Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros
Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería**
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018

Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor:
Victoria Rodríguez Fontiveros

Tutor:
Pablo José Matute Martín
Profesor asociado

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Proyecto Fin de Carrera: Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros

Tutor: Pablo José Matute Martin

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

*A mi familia*

*A mis maestros*

# Agradecimientos

Después de seis meses de intenso trabajo y muchas horas de cálculo y desarrollo, no puedo más que estar orgullosa del resultado final. Principalmente, agradecer al que ha sido mi tutor durante estos meses su implicación y ayuda prestada, Pablo José Matute. A mi familia por haberme dado el apoyo que necesitaba y compresión. A mis amigos que acordándose de mí, preguntando cada día cómo iba avanzando con el proyecto y animándome a seguir trabajando como hasta el momento.

*Victoria Rodríguez Fontiveros*

*Sevilla, 2019*

# Resumen

El objetivo de este trabajo es el dimensionamiento de las instalaciones y estructuras de la planta de inyección de plásticos. Lo constituyen la memoria, los anejos, los planos, el pliego de condiciones y el presupuesto.

La memoria, este primer documento, es el más descriptivo, contiene una descripción de las actividades de la planta y el proceso industrial, la explicación de la distribución en planta, el desarrollo de las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento y el cálculo de la estructura. Detalla las hipótesis de las que se parte y su explicación así como las conclusiones y resultados obtenidos en el anejo de cálculos.

En los anejos se desarrollan los cálculos que justifican las soluciones y resultados expresados en la memoria. Los planos contienen toda la información detallada necesaria para entender el resto de documentos graficamente. El pliego de condiciones apunta como se debe llevar a cabo la obra. Las exigencias y condiciones que debe cumplir lo que se ha proyectado

El presupuesto, por su parte, es el documento que incluye todos los costes y las mediciones del proyecto. Haciendo un balance global de la inversión necesaria.

Inyectalia es una planta de inyección de plástico de piezas de automoción de polipropileno y polietileno de alta densidad localizada en un pueblo de Jaén, Guarromán. Cuenta con dos edificios contiguos, la panta de procesos y el edificio de servicios auxiliares. Ambas estructuras son de perfiles de acero laminado y cerramiento de hormigón. Entre las zonas más importantes encontramos la nave principal de procesos, un almacén de productos terminados, un almacén de materias primas, un taller de mantenimiento, un taller de calidad, oficinas, vestuarios y comedor. En el exterior vemos los viales, las zonas de carga y descarga, un aparcamiento y los silos.

Los servicios auxiliares desarrollados son la instalación de aire comprimido, la instalación de agua de refrigeración, el transporte neumático de granza, los racks de tuberías, la iluminación, la instalación de baja y alta tensión y la protección contra incendios. Todas ellas necesarias para el funcionamiento de las inyectoras y, en general, de la planta.

# Abstract

The aim of this Project is the dimensioning of the facilities and structure of a plastic injection plant. It is constitute by the memory, the anexs, the planes, the solicitation document and the budget.

The memory, this first document, is the most descriptive, contains the description of the plant activities and the industrial process, the explanation of the layout, the development of the required facilities for the proper function and the structural calculations. The starting hypothesis is numbered and explained, as well as the conclusions and obtained results end the annexes.

The annex contents justify with numbers the solutions detailed in the memory. The planes contained all the specific information with understandable drawings. The solicitation document details the way the construction should be done. The demands and conditions that must fulfil what have been implemented.

The budget includes the costs and measurements of the project.

Inyectaria is a plastic injection plant of polypropylene and high density polyethylene pieces for the automation industry. It is placed in Guarromán, Jaén. It counts with two main buildings: the process plant and the auxiliary services building.. The buildings are made with hot-rolled steel profiles and concrete. One of the main areas is the process one, the finished goods store, the raw materials store, the maintenance workshop, the quality workshop, the offices, the changing room and the canteen. In the outside, the paths, the charging and discharging area, a carpark and the silos are found.

The auxiliary services described are the air compressed installation, cooling water installation, chipping pneumatic conveyor, pipes racks, lighting, low-voltage and high voltage installations and protection against ire. All of them are necessary for the correct performance of the plant.

# Indice

Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Memoria: Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros
Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dpto. Ing. De la Construccion y Proyectos de Ingeniería**
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018

# Índice

# ÍNDICE DE TABLAS

# ÍNDICE DE FIGURAS

# Notación

| | |
|---|---|
| PP | Polipropileno |
| PEAD | Polietileno de alta densidad |
| P | Presión |
| V | Volumen |
| T | Temperatura |
| qc | Capacidad del compresor |
| p | Presión |
| $\Delta p$ | Caída de presión |
| l | Longitud |
| d | Diámetro |
| Q | Caudal |
| P | Potencia térmica |
| Cp | Calor específico |
| $\Delta T$ | Incremento de temperatura |
| v | Velocidad |
| A | Área |
| D | Diámetro |
| $\pi$ | Pi |
| h | Altura |
| $\lambda$ | Pérdidas por fricción |
| Re | Número de Reynolds |
| Kr | Rugosidad equivalente |
| j | Pérdida de carga |
| g | Aceleración de la gravedad |
| H | Altura hidráulica |
| K | Pérdidas de presión |
| Hp | Altura manométrica de bombeo |
| Vdep | Volumen de depósito |
| Vmin | Volumen mínimo |
| Vins | Volumen de la instalación |
| Qs | Densidad de carga de fuego |
| S | Superficie con densidad de fuego |
| Ci | Coeficiente de ponderación |
| Ra | Coeficiente de corrección |
| U | Tensión compuesta |
| Ucc | Tensión de cortocircuito |
| Us | Tensión secundaria |
| I | Intensidad |

| | |
|---|---|
| Icc | Intensidad |
| cos | Función coseno |
| sen | Función seno |
| Q | Consumo |

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objeto del Proyecto

El objetivo del Proyecto es calcular y diseñar las instalaciones y la estructura de una planta de inyección de plástico. Dicha planta, Inyectalia, es un proyecto desarrollado por los alumnos de la asignatura "Ciclo de plantas industriales" de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.

Partiendo de una descripción del proceso de inyección y la definición de las necesidades básicas de Inyectalia, se pretende completar el proyecto, con un cálculo de las instalaciones más importantes, una selección justificada de la maquinaria y el presupuesto detallado de la obra.

### 1.1.1 Descripción de la actividad

La actividad desarrollada en la planta es la producción de piezas de plásticos para el sector automovilístico por el método de moldeo por inyección. La inyección es un sistema de fabricación recomendable para piezas de gran consumo. Es un proceso rápido en el que la materia prima se transforma en un producto terminado en un solo paso y debido a que es un sistema flexible se pueden obtener piezas de distintos tamaños y geometrías.

La selección de las máquinas inyectoras dependerá del tamaño de piezas a producir y las geometrías se consiguen con diferentes moldes intercambiables. Es por ello imprescindible un puente gira en la planta que permita el proceso de cambio de moldes de las máquinas. Así mismo, estas para funcionar precisan de una instalación de agua de refrigeración y aire comprimido.

### 1.1.2 Definición del producto

Los materiales que se van a usar van a ser dos: polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (PEAD). Ambos son plásticos, que se comercializan en forma de granza.

El polipropileno es el material que se usa en mayor medida en la producción, y los productos se clasificarán en tres tamaños según sus dimensiones: grandes, medianos y pequeños.

*Piezas grandes*

Parachoques

Emparrillado

Salpicadero

*Piezas medianas*

Embellecedores

Retrovisor

Regulador de asiento

*Piezas pequeñas*

Rejilla de aire acondicionado

Botones ventanilla

Carcasa luces interiores

Tapón gasolina

Tirador puerta

Intermitente

El polietileno de alta densidad es para piezas pequeñas, concretamente se harán racores para tuberías de plástico. Existen diferentes formatos de racores, que se harán por un sistema de lotes.

Figura 1-1. Racor de PP

### 1.1.3 Descripción de los materiales

#### 1.1.3.1 Polipropileno (PP)

El polipropileno es un polímero termoplástico caracterizado por ser incoloro o traslúcido en estado natural. Tiene una elevada resistencia a la temperatura, pudiendo conservar sus propiedades hasta 140 ºC; además de un bajo peso específico. Es resistente a la abrasión y agentes químicos. Tiene una buena dureza superficial y no absorbe humedad. Estas propiedades hacen que sea un material usado en múltiples aplicaciones como en la industria alimenticia, textil o química [1].

La temperatura de fusión se alcanza en 160ºC, temperatura mínima a la que deberá ser extruido por la inyectora. Se le añadirán en el proceso colorantes y/aditivos para conseguir distintos acabados.

#### 1.1.3.2 Polietileno de alta densidad (PEAD)

El polietileno de alta densidad es un polímero sintético caracterizado por su excelente resistencia térmica y química y su buena resistencia al impacto. Tiene la propiedad de ser incoloro, inodoro y no ser tóxico. Tiene buena procesabilidad por métodos de conformado como la inyección o la extrusión. Es flexible incluso a bajas temperaturas y muy ligero. Es menos dúctil que el polietileno de baja densidad pero es más fuerte, más duro y más permeable. [2]

Por sus características, se utiliza en utensilios domésticos, juguetes, botellas y envases para alimentos o productos de limpieza.

### 1.1.4 Personal de la empresa

La empresa cuenta con un total de 35 empleados entre los cuales habrá ingenieros, operarios y administrativos. Dado que la planta funciona sin paradas, es decir, 24 horas al día 7 días a la semana, será necesaria la realización de grupos de trabajo que operen por turnos.

Conocido el número de inyectoras, se puede estimar el número de operarios que debe haber en cada turno. Cada operario puede trabajar simultáneamente en 2 líneas sin por ello estar saturado, por ello se va a necesitar tres operarios por turno, ya que se estima que la máquina de reciclado va a tener menos carga de trabajo. Estos operarios, que se centran en la producción, van acompañados en cada turno de un técnico de producción, un operador de logística y un operador de calidad. Además, cada turno dispone de un Team Leader (Lider del grupo) que se encarga de coordinarlos [1].


Figura 1-2 Organigrama del grupo de producción

En Inyectalia se trabaja continuamente sin paradas, por ello se divide el día en tres jornadas laborales de 8 horas cada una y consecuentemente se necesitan tres grupos por día. Cada grupo de trabajo va a trabajar seis días seguidos con la planificación: M-M-T-T-N-N (siendo M: Turno de mañana, T: Turno de tarde y N: Turno de noche) y posteriormente cuatro días de descanso. Con dicha planificación son necesarios cinco grupos de trabajo.

| | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| grupo 1 | M | M | T | T | N | N | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE | M | M | T | T |
| grupo 2 | T | T | N | N | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE | M | M | T | T | N | N |
| grupo 3 | N | N | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE | M | M | T | T | N | N | LIBRE | LIBRE |
| grupo 4 | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE | M | M | T | T | N | N | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE |
| grupo 5 | LIBRE | LIBRE | M | M | T | T | N | N | LIBRE | LIBRE | LIBRE | LIBRE | M | M |

Figura 1-3 Planificación grupos de trabajo

5 grupos suman una cantidad total de 35 trabajadores:

- 5 Team Leaders de Grupo
- 15 operarios
- 5 técnicos de producción
- 5 operadores de logística
- 5 operadores de calidad

En el resto de departamentos se han estimado los siguientes números de trabajadores:

- Administración
  - Compras: 1 trabajador
  - Ventas: 1 trabajador
  - Gestión: 1 trabajador

- Mantenimiento
  - Responsable de mantenimiento: 1 trabajador
  - Operario de mantenimiento: 2 trabajadores
- Ingeniería
  - Ingeniero de I+D: 1 trabajador
  - Ingeniero de procesos: 1 trabajador
- Almacén de Producto Terminado
  - Operarios : 3 trabajadores
- Directiva
  - Directivo: 1 trabajador
  - Consejero: 1 trabajador

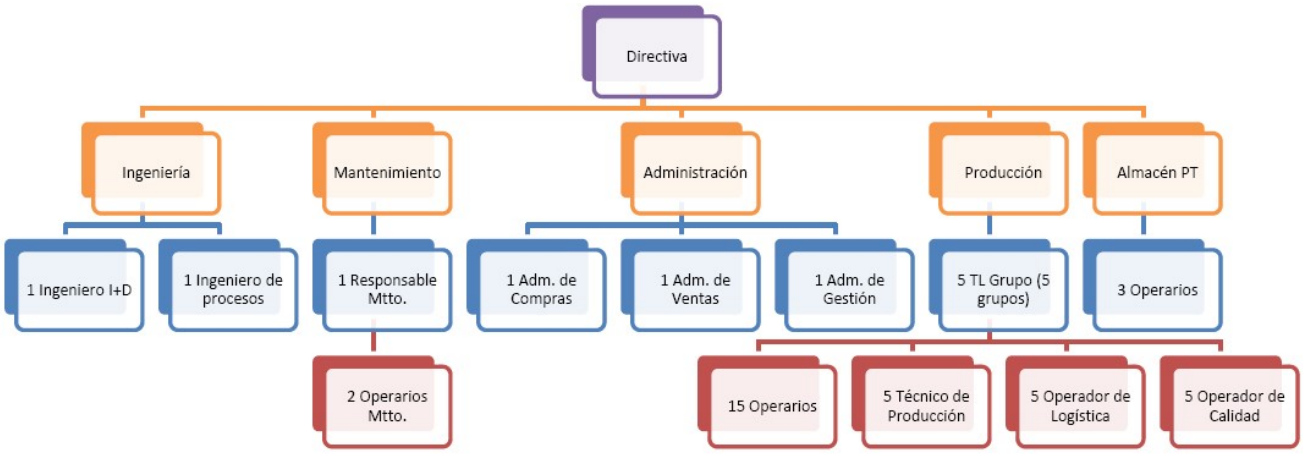



Figura 1-4 Organigrama general de Inyectalia [1]

### 1.1.5 Ubicación

La industria automovilística en España se encuentra focalizada principalmente en el norte del país, lo que es un factor limitante en la decisión de la implantación de la planta. Dado que nuestro objetivo, es localizarla en Andalucía para fomentar aquí el empleo, nos centraremos en encontrar una vía que permita una comunicación fluida con el resto del país. Con estas características, las principales vías de salida hacia el norte son dos: A-4 y la vía de la plata.


Figura 1-5 Fábricas de automoción en España

Los proveedores, junto con los posibles clientes, son otro factor limitante a tener en cuenta. La mayoría se ubican en Cataluña. Por lo que la comunicación terrestre con ellos, enfatiza la necesidad de encontrar una localización cercana a las vías anteriormente mencionadas. En Andalucía, existe un potencial cliente, Baleo situado en la localidad jienense de Martos. Jaén se convierte por tanto, en una provincia con gran potencial.

Guarromán es un pueblo ubicado en la A4, que reúne los requisitos aquí mencionados. El polígono donde se proyecta inyectalia tiene salida directa a esta autovía y terrenos aún sin edificar.

Figura 1-6 Captura de Google Earth del polígono

La parcela seleccionada tiene una superficie total de 9500 $m^2$ y acceso directo a las carreteras del polígono. El terreno tiene tres de los cuatro lados hacia la calle y un cuarto hacia otro terreno actualmente sin construir.

# 2 OBRA CIVIL

La parcela seleccionada es de 9500 $m^2$ y deberá alojar los edificios, los viales, los aparcamientos, los silos y zonas de carga y descarga para los camiones. La distribución debe hacerse de una forma razonada, entendiendo las necesidades de tamaño y afinidad entre los distintos espacios.

La descripción de la distribución se realizará en dos bloques: edificación y urbanización. La edificación abarca los dos edificios colindantes que forman la planta industrial; la planta de procesos y el edificio de servicios auxiliares. Los espacios y maquinarias en el interior también son objeto de estudio.

Se entiende por urbanización aquellos espacios y elementos que se encuentran en el exterior, es decir, fuera de las edificaciones pero dentro del perímetro de la parcela: los viales, los aparcamientos, los silos, las zonas de carga y descarga, el cerramiento y la jardinería.

## 2.1 Movimiento de tierras

La parcela de proyecto presenta una superficie horizontal.

Se trata de un suelo arcilloso originariamente utilizado para labores agrícolas, por tanto, una primera capa del mismo de aproximadamente 1,00 m de espesor consideramos que se trata de suelo vegetal no apto para servir de base para cimentaciones y pavimentos, por tanto se retirará en su totalidad reponiendo la cota hasta nivel de pavimento, es decir 0,75 m de espesor mediante la aportación de suelo seleccionado procedente de préstamo, la cual se colocará en condiciones adecuadas de compactación.

El suelo bajo esa capa orgánica se considera con capacidad resistente suficiente de hasta 1.5 kg/cm2.

La excavación de las cimentaciones se realizará sobre el relleno de suelo aportado así como el posterior paquete de pavimento consiste en una capa de zahorra natural compactada de 25 cm de espesor y una solera de hormigón de 20 cm.

## 2.2 Edificación

Las construcciones de la planta de inyección se dividen principalmente en dos partes: la nave de procesos y el edificio de servicios auxiliares; albergando estos a su vez distintos espacios independientes entre ellos. Las zonas se han clasificado atendiendo a la actividad que se desarrollará en cada una de ellas.

La superficie total construida es de 2880 $m^2$, divida de la siguiente manera:

- Nave de procesos:
  - Producción
  - Almacén de productos terminados
  - Taller de mantenimiento
  - Taller de calidad
- Edificio de servicios auxiliares:
  - Vestuario femenino
  - Vestuario masculino
  - Comedor
  - Recepción
  - Administración
  - Despachos

- Almacén de materias primas

### 2.2.1 Zona de producción

Esta zona es la principal de la planta y la más grande con una superficie de 2250 $m^2$. Es donde se realiza la actividad principal, alojando a seis inyectoras, a la instalación de reciclado y a la instalación de aire comprimido. Tiene acceso a todos los espacios colindantes como los talleres, el almacén o los vestuarios., así como una puerta trasera al exterior de 4 m de ancho y 5 m de alto, que permitiría el acceso de un camión al interior de la nave en caso de que fuera necesario.

Las inyectoras se sitúan en línea en la parte derecha de la nave de la nave de procesos, pared opuesta a los talleres, esta distribución facilita el abastecimiento de recursos como de agua de refrigeración o granza, a las máquinas. La instalación de aire comprimido se encuentra en la esquina frontal derecha y la trituradora con las cintas trasportadoras en la esquina opuesta, trasera derecha (ver planos). El objetivo de situar las máquinas de reciclado detrás de la última inyectora es que todo el rechazo pueda llevarse hasta allí y una vez triturado almacenado en una zona específica para ello.

Al lado de cada una de las inyectoras grandes habrá un brazo robot y una mesa de medición por coordenadas para realizar el control de calidad de las piezas.

Debido al peso de los moldes de las inyectoras, es necesaria la instalación de un puente grúa. El polipasto deberá recorrer toda la longitud de la zona de producción, permitiendo la extracción y el desplazamiento de los moldes para su mantenimiento o recambio. El puente grúa de 2.5 Tn se pondrá a una altura de 9.17 m sobre el suelo, por encima de los racks de tuberías y será de tipo monorraíl con una luz de 30 m.

### 2.2.2 Almacén de productos terminados

El almacén de productor terminados, situado en el edificio principal, es el almacén más grande de los dos que hay, con una superficie de 450 $m^2$ y su función principal es almacenar los productos terminados para su posterior distribución. Se conecta con la zona de producción y cuenta con dos portones de 3x3 $m^2$ para la carga del material en los camiones. Además cuando con una puerta de comunicación con la zona de producción para la introducción del material con carretillas.

No se instalará un falso techo para poder aprovechar la altitud de la nave (9 m) con estanterías de almacenamiento, las cuales ocuparán la mayor parte de la superficie.

### 2.2.3 Taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento es un espacio de 10 m x15 m ubicado a continuación del almacén de productos terminados. Se accede a él a través de la planta de procesos por una puerta y cuenta con un falso techo a 2.8 m para favorecer la iluminación de la sala. La función de este taller es el mantenimiento de los moldes y alojar máquinas de trabajo.

### 2.2.4 Taller de calidad

El taller de calidad o control dimensional también es de 10 m x 15 m y tiene una puerta de acceso por la planta de procesos. Es una sala limpia para el análisis de las piezas producidas en un laboratorio.

### 2.2.5 Vestuarios

Los vestuarios femenino y masculino, están en la planta baja, colindantes entre ellos. Tienen acceso desde los aparcamientos para facilitar la entrada y salida de los trabajadores y al comedor. Hay aseos y duchas para los trabajadores, así como taquillas para sus pertenencias. Sin embargo, el vestuario femenino tiene un baño menos porque coincide con una columna de la estructura.

Tienen cada uno una superficie de 74.75 $m^2$.

### 2.2.6 Comedor

El comedor se encuentra entre la recepción y los vestuarios, con un espacio de 91 $m^2$ es capaz de alojar a 32 comensales. El acceso a los vestuarios se realiza con un pasillo de 2 m de ancho. Tiene comunicación directa con la nave industrial para facilitar el acceso a los operarios en los descansos.

### 2.2.7 Recepción

La recepción es la entrada principal de Inyectalia y se accede desde los aparcamientos. En ella hay una recepción y unas escaleras para acceder al piso superior de oficinas y comunica con un pasillo que va directamente a la planta de procesos.

### 2.2.8 Zona de administración y despachos

En la segunda planta del edificio de oficinas se encuentra la zona de trabajo de los administrativos y despachos para los distintos ingenieros y trabajadores. Se aprovecha la altura de la edificación para hacer una doble altura. En total son cinco despachos de 3 x 3.5 $m^2$ y otro de mayor tamaño, 6.50 x 4.20 $m^2$ para el director de la planta. Además hay una sala de reuniones de 7.20 x 4.20 $m^2$. Esta área incluye dos aseos, uno masculino y otro femenino.

Se ubica una ventana en la pared de la planta de procesos para tener visión directa de la producción.

### 2.2.9 Almacén de materias primas

El almacén de materias primas tiene una superficie de 14x15 $m^2$, el tamaño es inferior al almacén de productos terminados, dado que los materiales principales son las granzas de PEAD y PP que se encuentran almacenadas en los silos. Cuenta con una puerta de comunicación con el área de producción y otra de mayor tamaño (3x3) hacia el exterior que permite la descarga del material de los camiones.

### 2.2.10 Cuadros eléctrico

Existe un pequeño cuartillo que aloja el cuadro eléctrico principal desde donde se distribuye la electricidad al resto de subcuadros. Es un cuarto de acceso restringido al cual se llega desde la planta de procesos.

### 2.2.11 Despacho de jefe de turno

Este despacho, situado en la planta baja es para el jefe de cada turno de planta, por ello debe estar directamente comunicado con la planta de procesos.

## 2.3 Urbanización

Aspectos como los viales, los aparcamientos o el cerramiento perimetral se detallarán a continuación.

### 2.3.1 Viales

La funcionalidad de los viales se basa en la maniobrabilidad de los vehículos y la accesibilidad de las instalaciones. Partiendo de la disposición de las zonas de carga y descarga, se define la circulación de los vehículos en la parcela.

La planta cuenta con un acceso a la calzada del polígono donde termina la parcela y ahí se dispone una cancela corredera motorizada que permite la máxima apertura para el acceso de los camiones. Dicho acceso se diseña con la suficiente amplitud para dar cabida a un carril con doble sentido, 10 m.

Para el diseño del viario nos basamos en la monografía del Ministerio de Fomento [3], la cual establece el ancho y largo máximo de un camión pesado. El ancho permitido es de 2.50 m y la longitud de 16 m.

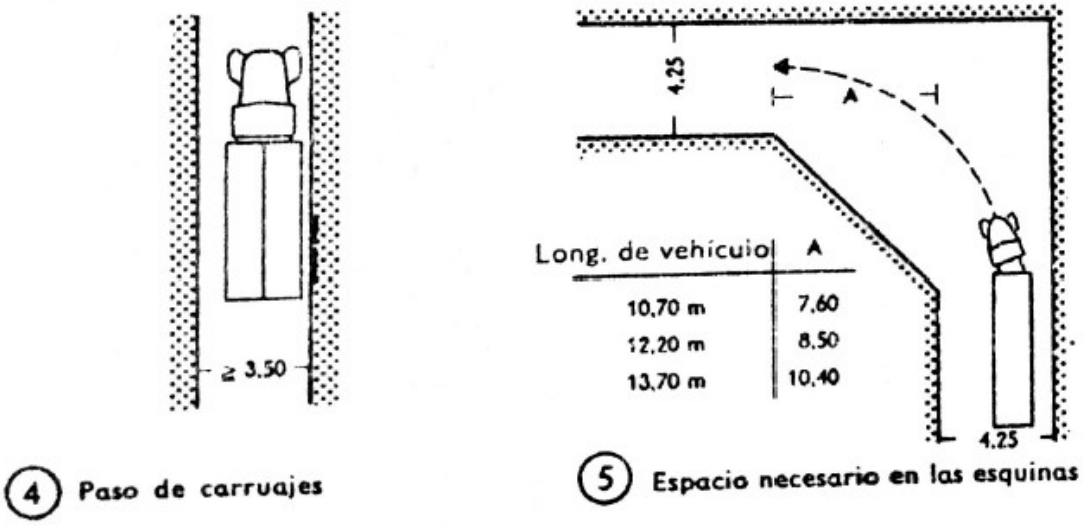
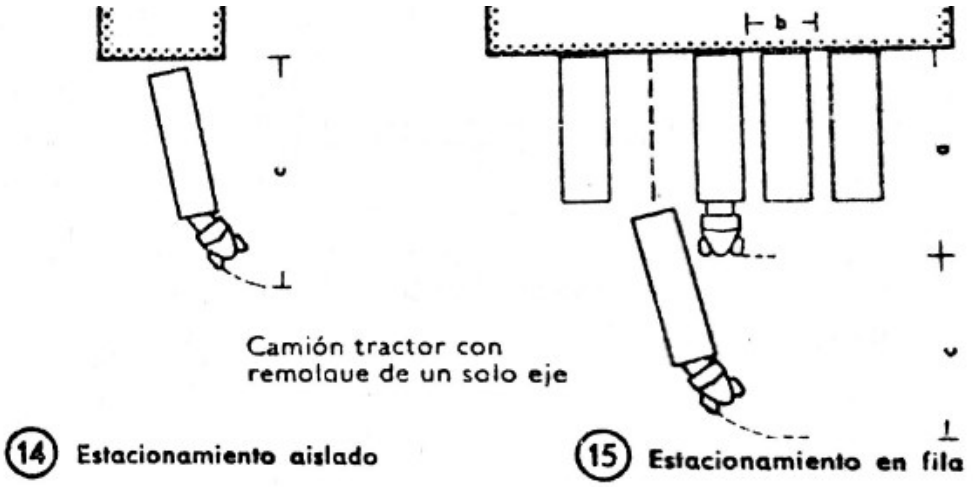



Figura 2-1 Recomendaciones de ancho de vías para camiones (Neufert [4])

Tomando como referencia estas recomendaciones se toma un valor de A de radio interior de giro de 12 m y un ancho de vía mínimo de 3.5 m. Los camiones circularán en un único sentido.

En total hay tres zonas de carga y descarga de los camiones: el almacén de productos terminados, el almacén de materias primas y los silos. La carga en el almacén de productos terminados se hará mediante un muelle de carga de 1 m de profundidad, valor suficiente para que el cajón del camión se quede a la altura del suelo, facilitando la descarga.




| Zona libre para la entrada y salida de camiones con remolque de un solo eje | | |
|---|---|---|
| Longitud de vehículo a | Ancho de plaza b | Zona libre c |
| 10,70 | 3,00 | 14,00 |
| | 3,65 | 13,10 |
| | 4,25 | 11,90 |
| 12,20 | 3,00 | 14,65 |
| | 3,65 | 13,50 |
| | 4,25 | 12,80 |
| 13,75 | 3,00 | 17,35 |
| | 3,65 | 15,00 |
| | 4,25 | 14,65 |

Figura 2-2 Recomendaciones de aparcamiento de camiones (Neufert, [4])

El valor de b es mayor a 6 m gracias al espacio disponible en esta zona y el de c es de 15 m. Garantizando así un espacio accesible de carga para los camiones.

La carga de los silos se hará en paralelo a los silos, así como la descarga de las materias primas al almacén.

### 2.3.2 Aparcamientos

La zona de estacionamiento debe tener al menos huecos suficientes para los empleados de la planta. Teniendo en cuenta que en un turno de trabajo son siete miembros y que en un cambio de turno pueden coincidir dos turnos en la planta, son necesario 14 plazas para estos trabajadores, además se suman 13 plazas para los tres operarios de los almacenes, tres administrativos, tres empleados de mantenimiento y a la directiva e ingenieros, que son 4 personas más. En total son necesarias 27 plazas, sin embargo, se proyectarán 30.

| EMPLEO | NÚMERO DE TRABAJADORES |
|---|---|
| Grupo de trabajo | 7 |
| 2º Grupo de trabajo | 7 |
| Administración | 3 |
| Mantenimiento | 3 |
| Ingeniería | 2 |

| | |
|---|---|
| Operario de almacén | 3 |
| Directiva | 2 |
| **TOTAL** | **27** |

Tabla 1. Número de empleados que pueden coincidir en un momento determinado

La disposición de las plazas de aparcamiento puede ser longitudinal junto a una acera o con cierto ángulo respecto de ésta. Las plazas se dispondrán con un ángulo de 60º, un ancho de 2.20 m y una longitud de 5 m. Además van situados en la parte frontal de la parcela, cerca de la recepción y los vestuarios de los trabajadores.

El pavimento será el ya mencionado para viales, paquete de zahorra de 25 cm y solera de hormigón de 20 cm.

### 2.3.3 Cerramiento perimetral

La parcela se encuentra delimitada por tres de sus lados por lo viales del polígono y el cuarto queda colindando con una parcela que un futuro podría ocupar un nuevo establecimiento. Con estas lindes se dispone una valla de bloques en las fachadas urbanizadas y en el lado medianero un cercado de malla.

Se dispondrá una cancela corredera motorizada realizada en perfiles tubulares de acero con dimensiones adecuadas para permitir la máxima apertura a los vehículos industriales.

Se estima necesario el paso del acerado con una pequeña rampa entrada de forma de forma que el pavimento de la parcela quede ligeramente por encima del vial del polígono, de esta forma se impide la entrada de agua de escorrentía.

La valla de fachada se define por un murete de bloques de hormigón con formación de pilastras cada 2,5 m y una malla de acero galvanizado colocada sobre marco. Esta obra irá cimentada sobre una viga de hormigón armado.

### 2.3.4 Pavimentos

Se distinguen dos tipos de pavimentos: acerado y viales.

El acerado se dispone en la fachada delantera de la nave, delimitando el edificio y facilitando el acceso peatonal a este. En la zona de los aparcamientos el acerado es de ancho constante con pavimento de baldosas hidráulicas y delimitadas hacia el exterior por un bordillo prefabricado de hormigón.

El pavimento de los viales, usado para la urbanización de la parcela, consiste en una solera con una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor con mallazo de reparto de acero corrugado sobre una base de zahorra. Se dispone de juntas de hormigonado en marcos de 20 m y de retracción en marcos de 5 m. También se adopta este paquete para las zonas de aparcamiento en la parte frontal de la nave y la zona de servicio de instalaciones.

**La zahorra**, bajo la solera mencionada, se usa de relleno hasta la cota de acabado de la planta de las superficies exteriores a los viales. Este material posee las características adecuadas para el drenaje de las aguas pluviales y la limpieza.

### 2.3.5 Agua pluviales y saneamiento

El vertido de aguas residuales procede de los vestuarios y servicios de la oficina.

Las aguas fecales procedentes del edificio de servicios se hacen pasar por una arqueta separadora de grasas, una de toma de muestras y finalmente una sifónica.

Las aguas superficiales de la lluvia o limpieza se desalojan a través de sumideros conectados a los pozos. Estas aguas pluviales recogidas en superficie se consideran limpias, de modo que serán vertidas directamente a la red sin llevar a cabo ningún tratamiento.

# 3 INGENIERÍA DE PROYECTO

## 3.1 Selección de equipos

### 3.1.1 Máquinas de inyección

Las inyectoras son las máquinas más importantes y de mayor volumen de la planta y habrá seis en total; las cuales son de distintos modelos en función del tipo de pieza con la que trabajen. Como hemos visto las piezas fabricadas se clasifican por tamaños: pequeño, mediano y grande. De manera que existirá un tipo de inyectora para cada uno de ellos. Se necesitarán, en total, tres inyectoras pequeñas, una mediana y dos grandes. La selección de la maquinaria es fundamental para obtener unas piezas que alcancen los objetivos de calidad al menor coste posible. Por ello, se debe seleccionar cuidadosamente tiendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Qué se quiere fabricar
- Qué material se va a usar
- Qué cantidad se quiere producir

Teniendo claro estos puntos, los siguientes parámetros de la máquina que se deben valorar son enumerados a continuación:

- Fuerza de cierre
- Gramaje de inyección
- Presión de inyección
- Velocidad de inyección
- Distancia entre barras
- Carrera de apertura
- Tamaño mínimo y máximo del molde

#### 3.1.1.1 Método se selección

La fuerza de cierre será el parámetro usado para seleccionar las distintas inyectoras. Este parámetro se define como la fuerza que debe ejercer el molde durante el proceso de inyección. Lo primero que se debe saber en el tamaño de las piezas que se van a inyectar y su geometría. De esta manera, se debe de tener en cuenta el punto más lejano de la pieza al punto de inyección, esta distancia se conoce como largo de flujo. Con la relación largo de flujo y el espesor de la pared, podemos obtener la presión de la cavidad, entrando en el eje de abscisas con el espesor de la pared, se obtiene en el eje de ordenadas la presión en la cavidad.

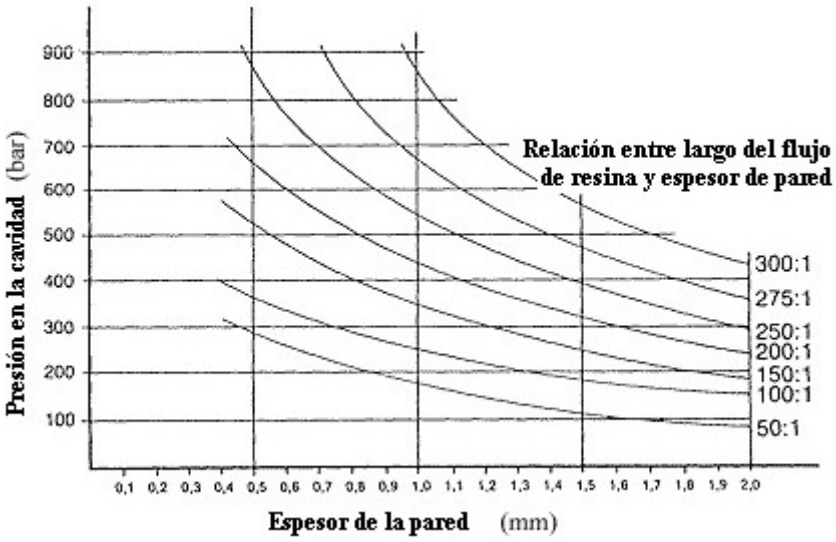



Figura 3-1 Tabla de estimación de la presión de la cavidad para un espesor de pared y un flujo de resina

La presión en la cavidad está expresada en bares (1 bar= 1.02 kg/cm$^2$). Finalmente, se multiplica por un factor de corrección según el material que se vaya a usar.

| RESINA | FACTOR POR VISCOSIDAD |
|---|---|
| GPPS (PS) | 1 |
| PP | 1 – 1.2 |
| PE | 1 – 1.3 |
| PA6 o PA66, POM | 1.2 – 1.4 |
| Celulósicos | 1.3 – 1.5 |
| ABS, ASA, SAN | 1.3 – 1.5 |
| PMMA | 1.5 – 1.7 |
| PC, PES, PSU | 1.7 – 2.0 |
| PVC | 2 |

Figura 3-2 Factor de viscosidad de los plásticos [5]

La fuerza de cierre, será por tanto, el área proyectada de la pieza por la presión calculada. Para las piezas pequeñas las rejillas de aire acondicionado son las de mayor área proyectada, 81 mm$^2$, los retrovisores son las medianas limitantes, 396 mm$^2$ y finalmente, entre las grandes, los parachoques con 2550 mm$^2$. Es recomendable que la fuerza máxima de cierre de la máquina, sea aproximadamente un 20% superior a la necesaria para la inyección.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Piezas pequeñas: 39 Tn
- Piezas medianas: 76 Tn
- Piezas grandes: 622 Tn

#### 3.1.1.2 Máquinas seleccionadas

La marca elegida para las inyectoras de piezas pequeñas y medianas es SSB Steady Stream Business, en su modelo estándar SUN 80 para las primeras y SUN 110 para las segundas, para las piezas grandes, se usará una SIEPLA, modelo DREAM SERIES.

Se muestra a continuación, algunas de las necesidades más importantes de la máquina, las cuales nos ayudarán a definir las instalaciones de la planta industrial, como son la instalación de media tensión, las necesidades de agua refrigerante o de aire comprimido.

*INYECTORA PEQUEÑA SUN-80* [6]

Se instalarán en total tres inyectoras pequeñas de este tipo. Tienen una presión de inyección de 1866 kg/cm$^2$ y una capacidad de 75 cm$^3$/s

| Item \ Model | | SUN-80 | | |
|---|---|---|---|---|
| Screw diameter STANDARD | mm | φ28 | φ30 | φ32 |
| Screw diameter (Double Alloy) PVC/UPVC/GF | mm | | | |
| Shot weight(PS) | g | 82 | 95 | 108 |
| | oz | 2.9 | 3.3 | 3.8 |
| Shot volume (Theoretical) | cm$^3$ | 92 | 106 | 120 |
| Injection pressure | kg/cm$^2$ | 2142 | 1866 | 1640 |
| Injection Rate | cm3/sec | 65 | 75 | 86 |
| Screw Speed | rpm | 216 | | |
| Clamp Tonnage | Ton | 80 | | |
| Toggle stroke | mm | 220 | | |
| Min. Max. Mould Height | mm | 75 - 310 | | |
| Space Between Tie Bars | mm | 305 × 220 | | |
| Ejector stroke | mm | 65 | | |
| Platen Size (L*W) (Approx) | mm | 470 × 455 | | |
| Pump motor power | kw | 7.5 | | |
| Heater power | kw | 3.6 | | |
| Total wattage | kw | 11.1 | | |
| Hydraulic system Max pressure | kg/cm$^2$ | 140 | | |
| Hydraulic oil Reservoir | L | 150 | | |
| Machine dimension(L*W*H) | m | 3.4 × 0.9 × 1.4 | | |
| Net weight(Approx) | ton | 2.8 | | |

Figura 3-3 Características de la inyectora SUN-80

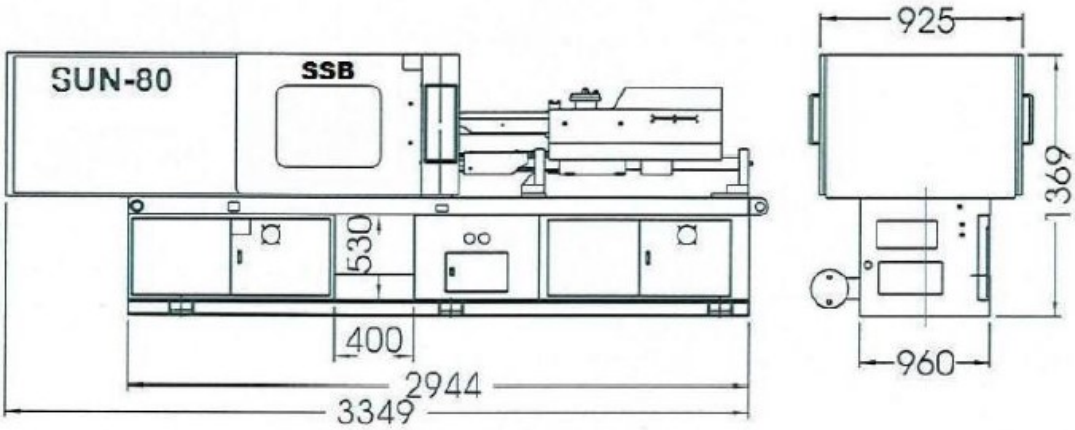



Figura 3-4 Alzado y perfil de la inyectora SUN-80

*INYECTORA MEDIANA SUN-110* [7]

Se instalará una inyectora de este modelo. Tienen una presión de inyección de 2266 kg/cm$^2$ y una capacidad de 75 cm$^3$/s.

| Item \ Model | | SUN-110 | | |
|---|---|---|---|---|
| Screw diameter STANDARD | mm | φ34 | φ36 | φ38 |
| Screw diameter (Double Alloy) PVC/UPVC/GF | mm | | | |
| Shot weight(PS) | g | 130 | 145 | 162 |
| | oz | 4.6 | 5.1 | 5.7 |
| Shot volume (Theoretical) | cm$^3$ | 145 | 162 | 181 |
| Injection pressure | kg/cm$^2$ | 2543 | 2268 | 2036 |
| Injection Rate | cm3/sec | 66 | 75 | 86 |
| Screw Speed | rpm | 250 | | |
| Clamp Tonnage | Ton | 110 | | |
| Toggle stroke | mm | 295 | | |
| Min. Max. Mould Height | mm | 110 - 400 | | |
| Space Between Tie Bars | mm | 355 × 355 | | |
| Ejector stroke | mm | 115 | | |
| Platen Size (L*W) (Approx) | mm | 530 × 559 | | |
| Pump motor power | kw | 11 | | |
| Heater power | kw | 6.3 | | |
| Total wattage | kw | 17.3 | | |
| Hydraulic system Max pressure | kg/cm$^2$ | 140 | | |
| Hydraulic oil Reservoir | L | 190 | | |
| Machine dimension(L*W*H) | m | 4.1 × 1.1 × 1.5 | | |
| Net weight(Approx) | ton | 4 | | |

Figura 3-5 Características de la inyectora SUN-110

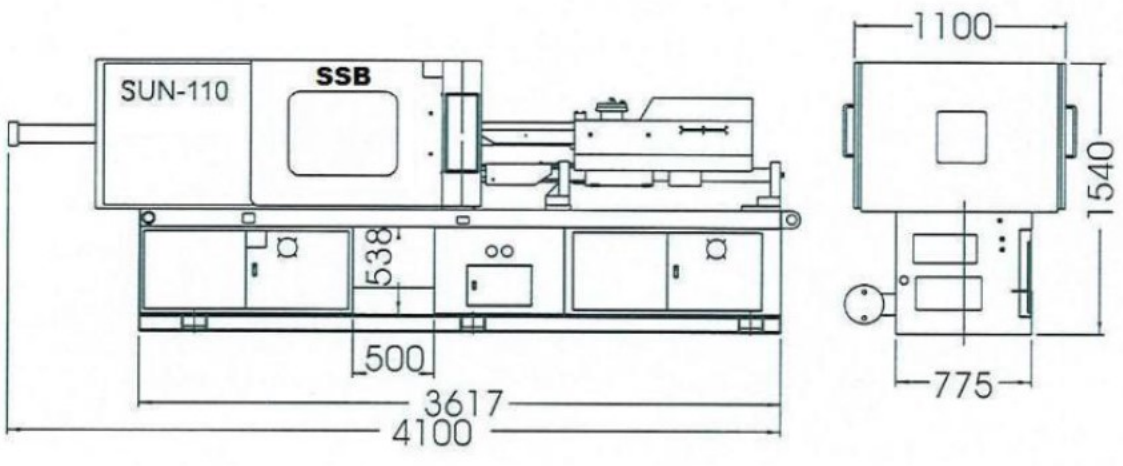



Figura 3-6 Alzado y perfil de la inyectora SUN-110

*INYECTORA GRANDE SIEPLA D650/4800.* [8]

Se instalarán dos inyectoras grandes de este modelo de la marca Siepla. Tienen una presión de inyección de 220.4 MPa y una capacidad de 426.1 cm$^3$/h.

| | | Company | D650/4800 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C |
| Unidad de Inyección | Diámetro husillo | mm | 80 | 85 | 90 |
| | Relación L/D | L/D | 23.4 | 22.0 | 20.8 |
| | Volumen de inyección (teórico) | cm³ | 2243 | 2532 | 2839 |
| | Peso de inyección (PS) | g | 2041 | 2304 | 2583 |
| | Presión de inyección | MPa | 220.4 | 195.2 | 174.1 |
| | Capacidad de inyección | cm³/s | 426.1/518.8 | 481.1/585.6 | 539.3/656.6 |
| | Carrera de inyección | mm | 446 | | |
| | Velocidad de inyección | cm/s | 8.5/10.3 | | |
| | Velocidad giro husillo | rpm | 158/193 | | |
| Unidad de Cierre | Fuerza de cierre | KN | 6500 | | |
| | Recorrido de apertura | mm | 940 | | |
| | Distancia entre barras | mm | 920x920 | | |
| | Máximo de molde | mm | 940 | | |
| | Mínimo de molde | mm | 400 | | |
| | Carrera de expulsión | mm | 260 | | |
| | Fuerza expulsión | KN | 182 | | |
| | Número de expulsores | ud | 21 | | |
| Otros | Presión máxima bomba | MPa | 17.5 | | |
| | Potencia motor | KW | 55/60 | | |
| | Potencia calefacción | KW | 45.5 | | |
| | Número de expulsores | Kg | 100 | | |
| | Capacidad tanque de aceite | L | 1050 | | |
| | Peso | T | 27 | | |

Figura 3-7 Características de la inyectora SIEPLA

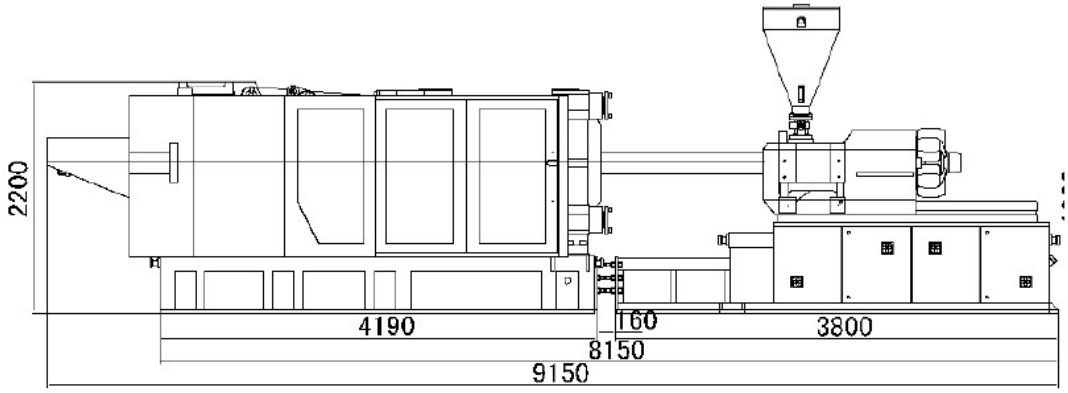



Figura 3-8 Alzado de la inyectora SIEPLA

### 3.1.2 Control de calidad

El control de calidad de las piezas fabricadas se llevará a cabo en la propia fábrica. Existe un taller específico para esta función habilitado en la nave principal, allí se revisarán las piezas pequeñas y medianas a través de un muestreo por lotes. Las piezas grandes que requieren mayor exactitud en la producción se revisarán una por una en un proceso automatizado a la salida de la máquina de inyección.

La inspección de las piezas grandes a la salida de las dos inyectoras mayores, se hace con dos máquinas de medición coordinada. Esta máquina también conocida como MMC, sus siglas en inglés, es un dispositivo que permite la medición de características geométricas de un objeto. Puede ser controlada manual o automáticamente mediante una CNC, de manera que se puede programar para medir repetidamente partes idénticas. Es un brazo robot el que tras la fabricación, sustrae las piezas de las máquinas y las posiciona sobre la mesa de control, cuando aún están calientes.

Las dimensiones de la medidora deben ser suficientes para las piezas más grandes que se vayan a producir, en

este caso, son los parachoques de los coches con una longitud de 2400 mm x 450 mm. Así pues, la máquina recomendada es el modelo ACCURA de ZEISS [9] con un rango de medición de 1200 mm x 2400 mm x 800 mm y un error de medida de1.9 + L/300 µm [10].

El funcionamiento de estas máquinas requiere de un suministro eléctrico y otro de aire comprimido. Ambas especificaciones vienen detalladas en los catálogos. El consumo máximo de potencia es de 1.6 kW y 10 A con una entrada de 230 V ±10% 50Hz ± 2%. Por otro lado, el consumo de aire es de 160 NL/min a 6 bares máximos.

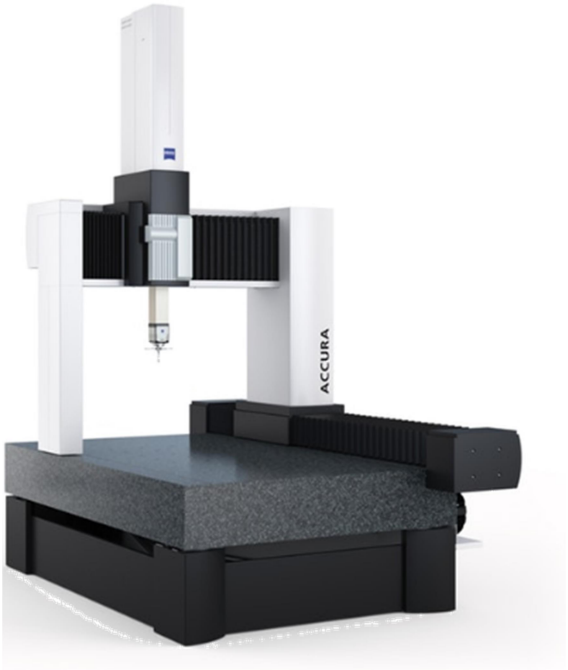
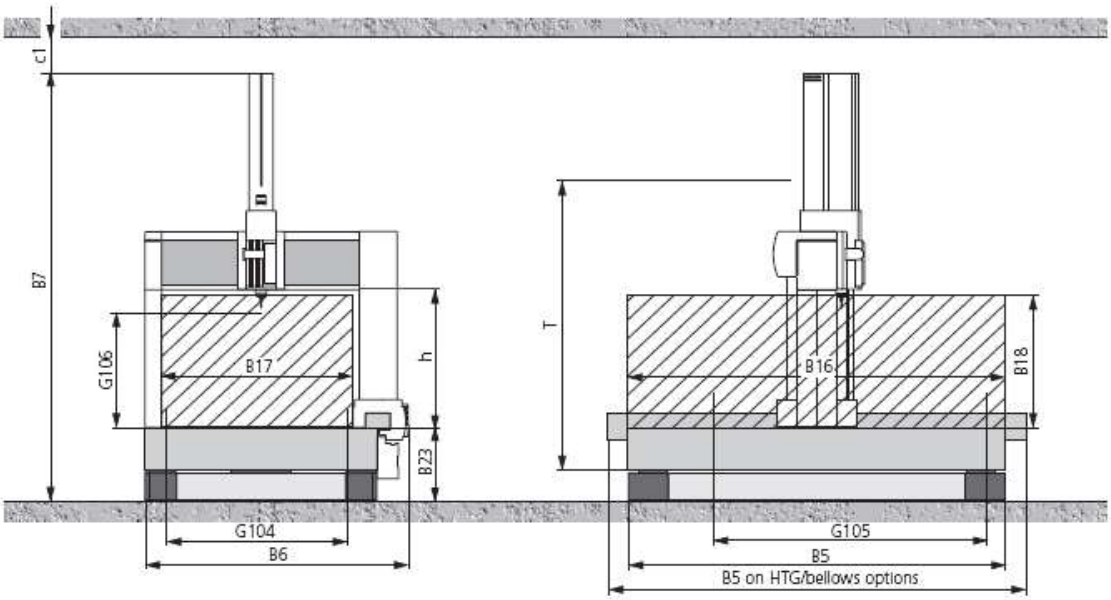



Figura 3-9 MMC ACCURA 12/24/8 de ZEISS [9] [10]

Las dimensiones son 1590 mm x 3140 mm x 864 mm.



### 3.1.3 Transporte de piezas

El transporte de piezas dentro de la planta se realiza utilizando distintos métodos y comprende desde que la pieza sale de la máquina de inyección hasta que es llevaba al almacén de productos terminados. Este proceso será además diferente para las piezas pequeñas y las piezas grandes. No se contempla el transporte de materias primas a la máquina porque este se hace con la instalación neumática de granza.

En la primera parte del transporte de piezas, las pequeñas y medianas, son extraídas de las máquinas de inyección con cintas transportadoras que arrojan el producto terminado a cajas de cartón dispuestas en pallets.

Por el contrario, para las piezas grandes se usa un brazo robot de manipulación, el cual toma las piezas terminadas de las máquinas y las deposita en la mesa de medición por coordenadas. El brazo debe de ser capaz de levantar en peso un parachoques de 5.1 kg pieza más pesada, y desplazarla desde la inyectora a la mesa de medición. Nos decantamos por un modelo de ABB, empresa que cuenta con una amplia gamas de robots de manipulación. El IRB 1600 [11] puede coger piezas de hasta de 10 kg y tiene un alcance de 1.45 m. Tiene un consumo energético de 0.58 kW en los puntos de máxima velocidad, el suministro necesario de funcionamiento es 200-600 V, 50-60 Hz.

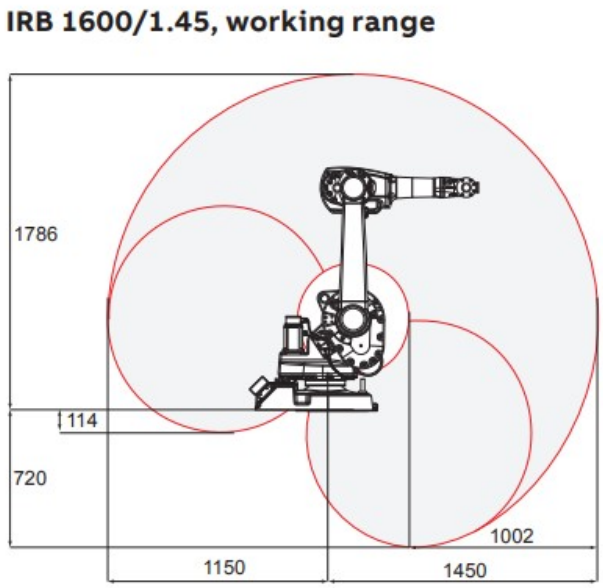



Figura 3-10 Alcance de brazo robot


Figura 3-11 Brazo robot de ABB

Posteriormente, será un operario el que coloque la pieza de la máquina de medición en la estructura soporte.

La segunda parte del transporte, en la que son trasladados los pallets con cajas de piezas acabadas hasta el almacén de productos terminados, se hace con una transpaleta manejada por un operario. El transporte de las estructuras soporte es realizada por un operario manualmente, éstas cuentan con ruedines para facilitar el movimiento.

Figura 3-12 Transpaleta y estructura soporte

A la salida de las inyectoras pequeñas y medianas hay cintas transportadoras para extraer las piezas terminadas y llevarlas a las cajas de cartón dónde se almacenan. La longitud de estas cintas es de 2.2 m y 0.3 m de ancho. Se instalarán cuatro unidades.

### 3.1.4 Triturado de plástico

La planta de inyección cuenta con una trituradora de plástico cuya finalidad es moler las piezas desechadas en el proceso de fabricación por no cumplir los estándares de calidad requeridos. Estas pueden ser rechazadas principalmente por ser piezas defectuosas o por formar parte de las primeras tandas de producción tras volver a poner en funcionamiento una máquina después de un mantenimiento o a un cambio de molde. Se estima un

rechazo de 80 504 kg al año de polipropileno y 221 kg de polietileno de alta densidad. Lo que supone triturar 222 kg de material al día.

El modelo seleccionado es una triturada de 4 ejes de la marca UNTHA.

Las especificaciones técnicas están detalladas en el siguiente cuadro.

| TECHNICAL DATA | | RS30 |
|---|---|---|
| Power | kW | 11/15/22 |
| Cutting chamber | mm | 450 x 600 |
| No. of cutting shafts | | 4 |
| Speed main shafts | rpm | 23 |
| Speed secondary shafts | rpm | 34 |
| Perforated screen Ø | mm | 15 - 40 |
| Weight | kg | appr. 2,000 |

Figura 3-13 Características de la trituradora UNTHA [12]


Figura 3-14 Trituradora de UNTHA

La tolva se alimentará con una cinta transportadora de 5 m de longitud y 0.75 m de ancho con el material desechado; el plástico ya triturado a través de otra cinta trasportadora de 5 m también de longitud rellenará big bags que son posteriormente almacenados y vendidos.

### 3.1.5 Silos

El almacenamiento de la granza se hará con silos localizados en el exterior de la planta de proceso. Existirán cinco silos en total, de los cuales cuatro son para el polipropileno y uno para el polietileno de alta densidad. El volumen estimado para tener un stock de 5-6 días para cada material, los silos son de 25 $m^3$ y 10 $m^3$ respectivamente.

Los silos situados en el exterior de la planta, se encuentran la parte derecha de esta, colindando con la pared

más cercana a las inyectoras. Esta disposición es para facilitar el transporte naumático de la materia prima a las inyectoras. Además en esta localización, si se quisiera ampliar la planta por la fachada trasera, los silos no se verían perjudicados.

Los silos más grandes de 25 $m^3$ los diseñamos con un diámetro de 2.4 m exterior, diámetro máximo que permitiría transportar el silo por carretera según la normativa de seguridad en el transporte del ministerio de España [13], el ancho máximo de un vehículo está limitado a 2.55 m. Con este diámetro tenemos una altura útil de 5.53 m. Añadimos una tolva de descarga con un ángulo de 60º, obteniendo un altura total de los silos de 11 m.

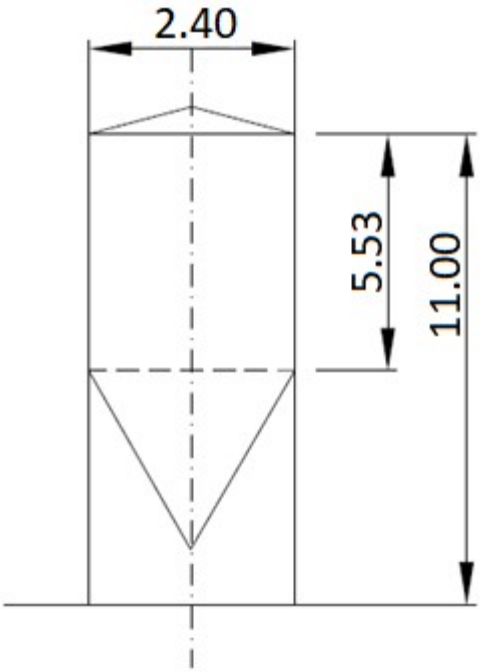



Figura 3-15 Alzado silo de aluminio grande

El silo pequeño con un diámetro de 2 m para alcanzar el volumen de 10 $m^3$ tiene una altura de 8.65 m.

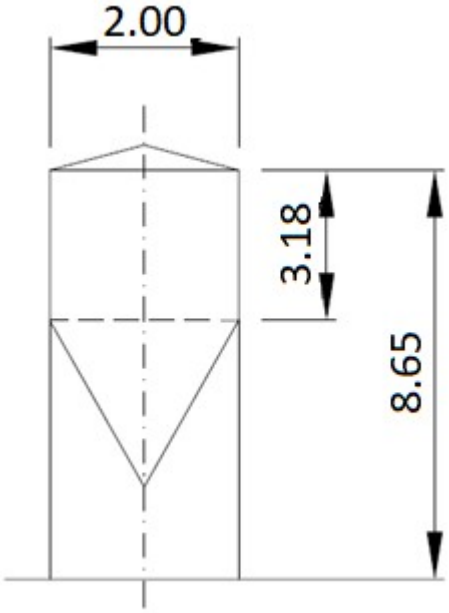



Figura 3-16 Alzado silo de aluminio pequeño

## 3.2 Servicios auxiliares

### 3.2.1 Instalación de aire comprimido

El aire comprimido es necesario para el funcionamiento de las máquinas de inyección y las máquinas de medición por coordenadas. Además se aprovecha para poner distintos puntos de abastecimiento en la planta de proceso, en el taller o en la sala de control de calidad. Se plantea la posibilidad de una instalación central o descentralizada en distintos puntos de la planta. En este caso, nos decantaremos por una centralizada ya que el consumo principal vendrá de las máquinas de inyección las cuales todas se encuentran alineadas. Además el mantenimiento de una instalación centralizada supone menos coste de monitorización y mantenimiento [14].

La instalación de aire comprimido consta de los siguientes elementos:

- Compresor
- Secador
- Refrigerador
- Filtro
- Depósito
- Líneas de distribución

#### 3.2.1.1 Cálculo de caudal

La instalación se dimensionará suponiendo un consumo por máquina de 50 $Nm^3/h$ y 7 bares de presión. Lo que significa un consumo total a la hora sabiendo que hay seis inyectoras de 300 $Nm^3/h$. Se usa la ecuación de los gases ideales para pasar el volumen a $m^3/h$, se supone una temperatura de entrada de aire máxima de 35ºC a 1bar.

Así en la entrada de cada máquina a 7 bares debe haber 15.87 l/s, o lo que es lo mismo 95.24 l/s en la tubería principal de la distribución.

Además, se tiene en cuenta el aire comprimido necesario para las máquinas de medición por coordenadas de 2Nl/min a 6 bares y el consumo en los puntos de distribución en el taller de mantenimiento y en el de calidad. En ambos talleres se estima un consumo de 30 l/s, lo que quiere decir que en caso de que hubiera máquinas neumáticas conectadas en los dos puntos a la vez del taller, no se debe superar dicha cifra.

La estimación del consumo total, se hace teniendo en cuenta todos los posibles consumos de la instalación, entre ellos están las inyectoras, las MMC y los talleres de calidad y mantenimiento. Expresamos todos los caudales en el sistema internacional de unidades. Se considera que la instalación funciona de manera permanente y a plena carga.

| MÁQUINA | CONSUMO/U | UNIDADES | CONSUMO TOTAL |
|---|---|---|---|
| INYECTORA | 15.87 | 6 | 95.24 |
| MMC | 2.29 | 2 | 4.57 |
| CONSUMO TALLER | 15 | 4 | 60 |
| **TOTAL** | **-** | **-** | **159.81** |
| **COEF. SEG (15%)** | **-** | **-** | **184 l/s** |

Tabla 2. Estimación del consumo de aire comprimido

Se añade un coeficiente de seguridad del 15%. El objetivo del coeficiente de seguridad es prevenir la modificación de las instalaciones por posibles cambios en el consumo, como un aumento en la producción, lo

que evitaría un cambio completo de los sistemas.

La instalación de aire comprimido se dimensionará por tanto para un caudal total de 184 l/s.

#### 3.2.1.2 Compresor

En la industria se usan principalmente dos tipos de compresores, el compresor de pistón y el compresor de tornillo. Los compresores de pistón son la opción más económica y la más usada por los usuarios pequeños de aire comprimido, sin embargo, cuando se busca mayor calidad y la demanda de aire es también mayor, se requiere el uso de un compresor de tornillo. Para elegir el tipo de compresor es importante considerar los ciclos de trabajo, rendimiento, eficiencia energética, mantenimiento y costes de instalación.

La selección del compresor se realiza a partir del caudal y de la presión necesaria en el circuito. El caudal mínimo que debe ser capaz de distribuir es de 184 l/s a una presión de 8.3 bares a la salida del compresor.

Estas características las satisface un compresor de Atlas Copco [15]. El modelo GA 75 es un compresor de tonillo rotativo lubricado con aceite. Tiene una potencia instalada de 75 kW y una presión máxima de 8.5 bares, dando un caudal de 209 l/s. A continuación se detallan las especificaciones facilitadas por el proveedor:

| TIPO DE COMPRESOR | Variante de presión | Presión de trabajo máx. WorkPlace | | Capacidad FAD* | | | Potencia instalada del motor | | Nivel sonoro** | Peso, WorkPlace | | Peso, WorkPlace Full-Feature | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | bar(e) | psig | l/s | m³/h | cfm | kW | CV | dB(A) | kg | lb | kg | lb |
| | 10 | 10 | 145 | 156 | 570 | 331 | 55 | 75 | 66 | 1356 | 2994 | 1456 | 3214 |
| GA 75 | 7,5 | 7,5 | 109 | 226 | 810 | 478 | 75 | 100 | 73 | 1259 | 2776 | 1379 | 3040 |
| | 8,5 | 8,5 | 123 | 209 | 756 | 444 | 75 | 100 | 73 | 1259 | 2776 | 1379 | 3040 |
| | 10 | 10 | 145 | 189 | 684 | 401 | 75 | 100 | 73 | 1259 | 2776 | 1379 | 3040 |
| | 13 | 13 | 189 | 162 | 582 | 344 | 75 | 100 | 73 | 1259 | 2776 | 1379 | 3040 |
| GA 75+ | 7,5 | 7,5 | 109 | 248 | 894 | 526 | 75 | 100 | 68 | 1413 | 3115 | 1523 | 3360 |

Figura 3-17 Características del compresor GA75

Figura 3-18 Compresor GA75 Atlas Copco

Es un modelo compacto con unas dimensiones de 2248x1080 mm por 1955 de altura.

La siguiente figura ilustra el funcionamiento del compresor y los elementos incluidos en el armario:


Figura 3-19 Descripción de los elementos que constituyen el compresor [15]

1

## Sistema de accionamiento libre de mantenimiento

- 100% exento de mantenimiento; totalmente cerrado y protegido de la suciedad y el polvo.
- Adecuado para ambientes severos.
- Disposición de accionamiento de alta eficiencia; sin pérdidas en acoplamientos ni por deslizamiento.
- Estándar hasta 46 °C/115 °F y hasta 55 °C/131 °F para la versión de alta temperatura ambiente.

2

## Motores eléctricos IE3 / NEMA de alta eficiencia

- IP55, aislamiento Clase F, aumento B.
- Rodamiento del lado opuesto al de accionamiento, engrasado de por vida.
- Diseñado para un funcionamiento continuo en ambientes severos.

3

## Robusto filtro de aceite roscado

- Alta eficiencia; elimina partículas un 300% menores que un filtro convencional.
- Válvula de derivación integrada en el filtro de aceite.

4

## Sistema de bloqueo inteligente de la aspiración (SIL) para compresores GA VSD

- Excelente diseño de válvula controlada por vacío y presión de aire con una mínima caída de presión y sin muelles.
- Arranque/parada inteligente que elimina la contrapresión del vapor de aceite.

5

## Refrigerador de aceite y refrigerador posterior sobredimensionados independientes

- Bajas temperaturas de salida del elemento, lo que garantiza una larga vida útil del aceite.
- El separador mecánico integrado elimina casi el 100% de los condensados.
- Sin fungibles.
- Elimina la posibilidad de choques térmicos en los refrigeradores.

6

## Purgador de agua electrónico sin pérdidas

- Garantiza una eliminación constante del condensado.
- Bypass manual integrado para una eficaz eliminación del condensado en caso de fallo del suministro eléctrico.
- Integrado con el Elektronikon® del compresor, con funciones de aviso/alarma.

7

**Filtro de aspiración de aire para trabajo pesado**

- Protege los componentes del compresor eliminando el 99,9% de las partículas de suciedad de hasta 3 micras.
- Presión de entrada diferencial para mantenimiento preventivo, al mismo tiempo que se minimiza la caída de presión.

8

**Elektronikon® para monitorización remota**

- Los algoritmos inteligentes integrados reducen la presión del sistema y el consumo de energía.
- Las funciones de monitorización incluyen indicaciones de aviso, programación del mantenimiento y visualización en línea del estado de la máquina.

10

**Inversor NEOS**

- Inversor de diseño propio de Atlas Copco para compresores GA VSD.
- Grado de protección IP5X.
- Resistente carcasa de aluminio para un funcionamiento sin complicaciones en las condiciones más exigentes.
- Menos componentes: compacto, sencillo y fácil de utilizar.

9

**Refrigeración reforzada del armario**

- El armario con sobrepresión minimiza la entrada de polvo conductivo.
- Los componentes eléctricos permanecen fríos, lo que prolonga su vida útil.

11

**Secador R410A integrado de alta eficiencia**

- Excelencia en calidad de aire.
- Reducción del 50% del consumo de energía en comparación con los secadores tradicionales.
- Cero agotamiento de la capa de ozono.
- Incorpora un filtro UD+ opcional de acuerdo con la Clase 1.4.2.

El flujo de las sustancias para una velocidad fija sigue el siguiente diagrama:

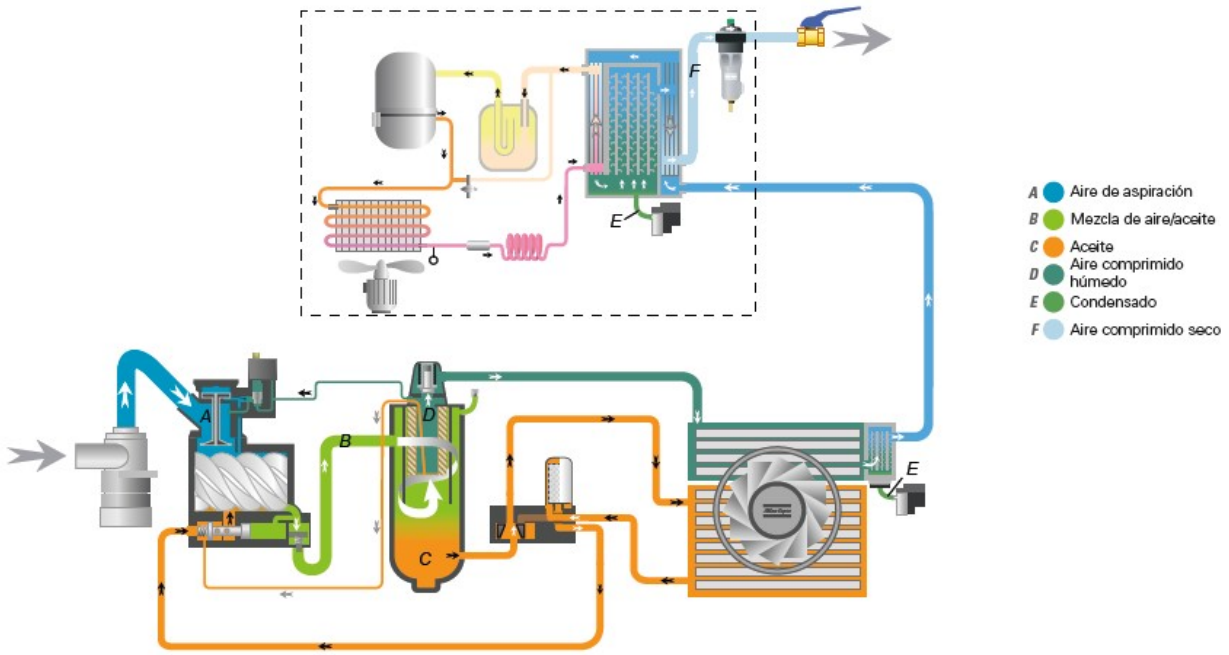



Figura 3-20 Circuito de fluidos en el refrigerador GA75 [15]

### 3.2.1.3 Enfriador y secador

La humedad es un componente del aire atmosférico perjudicial es los sistemas de aire comprimido, ya que genera corrosión e incluso oxidación de las partes que componen la instalación de aire. Existen dos formas de

eliminar el agua a la salida del compresor, con un secador o con un enfriador. Cuando se comprime el aire este se calienta y además aumenta su presión, en este estado el agua no se condensa, pero una vez en las líneas, la temperatura desciende, manteniendo la presión, lo que si deriva en la condensación del agua en las tuberías. Este fenómeno con el tiempo puede ocasionar daños en la red de distribución y en las maquinas que usan este aire comprimido. Un método para eliminar la humedad del aire consiste en aumentar la presión por encima de la de funcionamiento, donde el agua se condensa y puede ser sustraída y, a continuación, se vuelve a bajar la presión hasta la compresión requerida. El segundo método es por enfriamiento, se disminuye la temperatura del aire comprimido, temperatura a la que se forman gotas de agua que pueden ser eliminadas, a través de un intercambiador de calor.

Un enfriador posterior, permite por tanto, reducir la temperatura del aire que sale del compresor a unos 70-100 ºC hasta la temperatura de funcionamiento y a su vez eliminar el contenido de agua. Se coloca siempre directamente después del compresor junto con un separador de humedad, que separa la mayor parte posible de agua condensada del aire comprimido. También se elimina parte del aceite que se ha añadido al aire en el compresor. Seguidamente el aire seco y comprimido se almacena en el depósito. Y la mezcla de aceite y aire se puede pasar por un separador como un filtro de membrana, de manera que el aceite quede en un depósito y el agua sea agua de drenaje limpia.

El modelo de compresor seleccionado incorpora un refrigerador de aceite, un refrigerador posterior sobredimensionados independientemente [15] y un secador.

#### 3.2.1.4 Depósito

La instalación de compresores incluye un depósito de aire. Su tamaño está en función de la capacidad del compresor, el sistema de regulación y el patrón de consumo del aire [14]. Actuará como regulador, absorbiendo las variaciones de consumo y amortiguando las fluctuaciones de presión [16].

El depósito debe contener un sistema de drenaje en el fondo que permita la extracción de agua.

El volumen recomendado para el depósito situado a la salida del compresor es de 3238.5 l. Se instalará, por tanto, un depósito de 3250 l de capacidad.

#### 3.2.1.5 Filtro

El uso de un filtro es necesario para retener las partículas sólidas del aire. El filtro se sitúa a continuación del enfriador con el fin de retener las partículas contenidas en el aire y que no se ensucie el circuito de aire comprimido. La selección del filtro dependerá del tamaño de partícula que se desea prevenir a su paso y del caudal que le llega de la instalación. Asimismo, tanto el caudal de aire como la presión de funcionamiento corresponden con los valores del circuito. Se tiene en cuenta que un filtro generalmente ocasiona una caída de presión en el circuito. Generalmente se usa un filtro de aceite antes del secador y otro de polvo antes de introducir el aire en las líneas de distribución, ambos incluidos en el armario del compresor.

Figura 3-21 Filtro

#### 3.2.1.6 Lineas de distribución

El diseño de la distribución del aire comprimido es importante para tener una buena productividad. En su diseño se busca una baja caída de presión entre el compresor y el punto de consumo, un mínimo de fugas de las tuberías de distribución y un drenaje eficaz de los condensados [14].

Las líneas de suministros que van desde el compresor a las distintos puntos de consumo, son de aluminio. Su disposición en la planta debe minimizar las distancias a los puntos más alejados, así como el número de juntas y codos para reducir las pérdidas. Las tuberías deben de ir descendiendo levemente en la dirección del flujo con una pendiente aproximadamente de 1-3% para evacuar los condensados a las cotas más bajas donde debe de haber puntos de drenaje. Las ramificaciones deben de formar un escalón para obstaculizar la entrada de agua a las ramificaciones. El tamaño de la canalización principal debe de ser lo suficientemente grande como para responder a futuras ampliaciones y deben existir válvulas de aislamiento que permitan cerrar ciertas áreas para realizar trabajos de mantenimiento.

Figura 3-22 Tuberia de aluminio de Atlas Copco

La geometría de la distribución es en forma de anillo encerrando a las máquinas donde se va a consumir el aire. Del anillo principal se toman ramales a los distintos puntos de consumo. Con esta geometría se consigue una distribución de aire más uniforme aunque la demanda sea discontinua, ya que el aire llega desde dos direcciones. Además, empleando un anillo, la caída de presión es inferior que con una línea recta de la misma longitud.

Las líneas de servicio son las que van de la línea principal a un punto de uso que este aislado. Existes tres tipos de líneas de servicio en esta planta, en función de su finalidad:

- Anillo-máquina de inyección
- Anillo-máquina de medición por coordenadas
- Anillo-talleres

Para el anillo principal el cual transportará un caudal de 118 l/s se ha seleccionado una tubería de 2 ½”.La alimentación de las inyectoras es de 15.87 l/s, para lo que se recomienda una tubería de ¾”, las líneas de servicio que abastecen los talleres deben tener tuberías de 1” y las de alimentación de las MMC de ¾”.

| | LONGITUD (m) | UNIDADES | PRESIÓN (bar) | CAUDAL(l/s) | DIAM. EXT (mm) | DIAM. EXT (pulg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ANILLO** | 170 | 1 | 7 | 118 | 50 | 2 ½” |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **LINEA SERV. MAQ. INY.** | 3 | 6 | 7 | 15.87 | 20 | ¾” |
| **LINEA SERV. MMC** | | 2 | 6 | 2.28 | 20 | ¾” |
| **LINEA SERV. TALLER** | | 2 | 7 | 30 | 25 | 1” |

Tabla 3. Características de las líneas de distribución

### 3.2.2 Refrigeración por agua

Las máquinas de moldeo de plástico inyectan la granza a través de un tornillo sin fin, este plástico antes de ser inyectado es calentado con el objetivo de alcanzar la viscosidad necesaria para que fluya la materia prima dentro del molde. Dicho molde deberá de ser enfriado posteriormente para solidificar la pieza en su interior, el líquido refrigerante usado es, generalmente, agua. Además, el cierre del molde funciona con un pistón hidráulico que ejerce sobre la prensa una gran fuerza de compresión, la cual funciona con un aceite que debe de ser igualmente refrigerado.

Los sistemas principales de la instalación de refrigeración son:

- Enfriadora
- Bomba
- Línea de distribución

La instalación se dimensiona a partir de la necesidad de agua de las máquinas de inyección, las cuales son las principales y únicas consumidoras. Se estima un consumo de 1.6 l/s para las inyectoras más grandes, de 1.2 l/s para las medianas y finalmente, de 1.1 l/s para las pequeñas. En total, es necesario un caudal de refrigeración de 7.7 l/s.

La potencia de térmica a disipar es de 483 kW, para un salto de temperatura de 15ºC. Es decir, una entrada en la máquina a 10ºC y una salida a 25ºC.

#### 3.2.2.1 Enfriadora

La instalación de agua de refrigeración tiene como elemento principal una máquina refrigeradora capaz de producir el caudal de agua necesario a la temperatura requerida. La enfriadora debe tener una potencia frigorífica de al menos 483.021 kW y abastecer un caudal de 10 l/s.

Trane es una empresa que ofrece sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado desde unidades de gran tamaño a unidades más compactas. Para uso industrial nos encontramos con enfriadoras de condensación por aire y por agua, optándose por la primera opción por ser modelos más fáciles de montar. El compresor es de tornillo por tener un menor índice de ruido y ser capaz de generar el caudal especificado.

Con una potencia frigorífica de hasta 516,9 kW, tiene un consumo de 191.1 kW, lo que significa un rendimiento energético de 2.71. Como ventaja presenta la posibilidad de instalar dos circuitos independientes en la máquina. Permite un caudal mínimo de 8.8 l/s y máximo hasta 30.7 l/s. Ventaja en caso de futuras ampliaciones de la empresa. Trabajo con HFC 134a como refrigerante.

| Tamaño | | 85 | 100 | 115 | 125 | 145 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Potencia frigorífica (5) (6) | kW | 275,0 | 335,8 | 392,0 | 447,2 | 516,9 |
| Potencia absorbida (7) | kW | 99,7 | 129,2 | 149,1 | 187,4 | 191,1 |
| Rendimiento energético (5) (6) (según Eurovent) | kW/kW | 2,76 | 2,60 | 2,63 | 2,39 | 2,71 |
| ESEER (según Eurovent) | kW/kW | 3,49 | 3,32 | 3,41 | 3,21 | 3,51 |
| CPI (Según las condiciones del Instituto de refrigeración de EE. UU. 44ºF de temp. de salida del agua, 95ºC de temp. de entrada del aire) | kW/kW | 3,94 | 3,72 | 3,86 | 3,67 | 3,94 |
| **Compresor** | | | | | | |
| Cantidad | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Capacidad nominal (1) | t | 40/40 | 50/50 | 60/60 | 70/70 | 85/70 |
| **Evaporador** | | | | | | |
| Modelo de evaporador | | EG120 | EG140 | EG170 | EG200 | EG200 |
| Capac. de almacenamiento de agua | l | 106 | 270 | 222 | 204 | 204 |
| Caudal mínimo | l/s | 4,1 | 6,0 | 7,3 | 8,8 | 8,8 |
| Caudal máximo | l/s | 17,3 | 20,8 | 24,6 | 30,7 | 30,7 |
| **Condensador** | | | | | | |
| Número de baterías | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Longitud de baterías | mm | 2.743 | 3.658 | 3.658 | 3.658 | 4.572 |
| Altura de baterías | mm | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 | 1.626 |
| Series de aletas | aletas/pie | 192 | 192 | 192 | 192 | 192 |
| Número de filas | | 3/3 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | 3/3 |
| **Ventiladores del condensador** | | | | | | |
| Cantidad (1) | | 3/3 | 3/3 | 3/3 | 3/3 | 5/4 |
| Diámetro | mm | 762 | 762 | 762 | 762 | 762 |
| Caudal de aire total | m³/s | 23,52 | 28,09 | 26,71 | 26,73 | 36,99 |
| RPM nominales | | 915 | 915 | 915 | 915 | 915 |
| Velocidad periférica | m/s | 37,1 | 37,1 | 37,1 | 37,1 | 37,1 |
| Potencia del motor | kW | 2,05 | 2,05 | 2,05 | 2,05 | 2,05 |
| **Temp. amb. mín. arranque/funcionamiento (2)** | | | | | | |
| Unidad estándar | ºC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Unidad baja temperatura ambiente | ºC | -18 | -18 | -18 | -18 | -18 |
| **Datos generales de la unidad** | | | | | | |
| Refrigerante | | HFC 134a | HFC 134a | HFC 134a | HFC 134a | HFC 134a |
| N.º de circuitos frigoríficos independientes | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Porcentaje de carga mínima (3) | | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Peso en funcionamiento (4) | kg | 2760 | 3205 | 3.655 | 3.670 | 4.260 |
| Peso de transporte (4) | kg | 2.660 | 2.940 | 3.440 | 3.470 | 4.060 |

Figura 3-23 Características de la refrigeradora [17]

Figura 3-24 Compresor por aire [17]

#### 3.2.2.2 Red de distribución

La distribución del agua refrigerante va desde la máquina refrigeradora hasta los puntos de suministros de las inyectoras. Se dimensiona el tamaño de la bomba necesaria para impulsar el agua por todo el circuito. La red cuenta con dos partes principalmente, el anillo principal y las líneas de servicio, estas son tuberías secundarias abastecidas por la línea principal que controladas por válvulas llevan el caudal específico hasta la máquina inyectora.

El caudal empleado en el cálculo y dimensionamiento de las líneas de distribución es de 10 l/s, valor máximo que la enfriadora es capaz de suministrar, en vez de 7.7 l/s que sería la necesidad de agua total de las máquinas. El caudal va disminuyendo conforme se avanza en la línea principal, puesto que se van vaciando en la distinta toma. La necesidad de las máquinas es la siguiente:

| PUNTO DE ABASTECIMIENTO | CAUDAL REQUERIDO (l/s) |
|---|---|
| A | 1.6 |
| B | 1.6 |
| C | 1.2 |
| D | 1.1 |
| E | 1.1 |
| F | 1.1 |

Tabla 4. Estimación de los caudales de agua de refrigeración en cada punto de suministro

La velocidad del agua en los conductos debe estar entre 0.5 y 3 m/s. De manera que para un caudal de 0.01 $m^3/s$ y un diámetro exterior de 80 mm, valor estandarizado, se obtiene una velocidad de 2.04 m/s. Con estas características la altura manométrica de la bomba de impulsión debe de ser de al menos 5.82 m.

| TRAMO | CAUDAL (l/s) | DIÁMETRO EXT (mm) | DIÁMETRO INT (mm) | VELOCIDAD (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| A | 1.6 | 40 | 36.4 | 1.54 |
| B | 1.6 | 40 | 36.4 | 1.54 |
| C | 1.2 | 25 | 22.2 | 3.10 |
| D | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |
| E | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |
| F | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |

Tabla 5. Resumen de los diámetros de tubería recomendados para cada tramo

Las tuberías que van a las máquinas mayores tendrán un diámetro exterior de 40 mm (1" ½') y las de las líneas menores de 25 mm (1").

#### 3.2.2.3 Depósito

Con el fin de asegurar que se satisfagan las necesidades de agua en el suministro se instala un depósito de agua a la salida de la máquina refrigeradora. El volumen de dicho depósito es de 2927 l.

### 3.2.3 Transporte neumático

El transporte de la granza desde los silos de almacenaje en el exterior de la planta de proceso hasta las tolvas de material en las máquinas de inyección se hace con un sistema de transporte neumático. Este transporte se usa generalmente para porte de materiales sólidos desde un punto a otro, aprovechando generalmente una diferencia de altura o presión.

Este sistema consta de una bomba, la cual crea un vacío en el interior de las líneas de transporte generando un flujo de aire para transportar el producto. El vacío generado debe ser, por tanto, capaz de producir el flujo de aire necesario para transportar el material. Para la selección de la unidad de aspiración y el dimensionamiento de las tuberías se debe tener en cuenta el tamaño de las partículas, el peso específico y las propiedades de la propia línea de transporte como la perdida de presión.

El transporte neumático puede ser de dos tipos principalmente: en fase diluida o en fase densa. El transporte en fase diluida o en suspensión es recomendable para productos poco abrasivos, es un empuje a baja presión o vacío y tiene una velocidad de transporte alta (20-30 m/s). La velocidad de las partículas es suficiente para evitar su asentamiento en el interior de la línea de transporte y que vayan en suspensión dentro de la línea. El transporte en fase densa es propio de mezclas preparadas para evitar su disgregación, se hace a alta presión y tiene una velocidad de transporte baja (10 m/s). Con este método la velocidad del aire no es capaz de generar la fuerza suficiente para hacer que las partículas floten [18], por lo que el producto permanece en estado compacto y se transporta en 'bloque'. Por el tipo de granulometría instalaremos un transporte en fase densa por vacío. La relación kg/producto entre kg/aire es de 20-40.

En la planta, hay dos líneas de transporte separadas, una para cada material: una para el PP y otra para el PEAD. Esto quiere decir, que la línea de transporte de PP cuenta con tres puntos de succión distintos, uno correspondiente a cada silo y cinco salidas, correspondiente a cada una de las máquinas destinadas a la producción de piezas con dicha granza. La línea encargada de transportar la granza de PEAD, tendrá una toma de entrada y otra de salida, correspondiente al silo y a la máquina de inyección en ese orden.

Partiendo del consumo de material de las inyectoras sabemos la necesidad de transporte de la instalación. El caso más desfavorable de gasto se da con las piezas que más material a la hora requieren para su producción, por lo que dimensionamos la línea de distribución suponiendo que se da una demanda máxima en todas las máquinas y que todas están en funcionamiento. Esto implica un consumo de 700 kg/h aproximadamente de

PEAD y x de PP.

#### 3.2.3.1 Transporte neumático del PP

Se sigue un sistema de cálculo detallado en el Perry [19], a través de monogramas para el transporte neumático de granza. A partir de la densidad del PP (950 kg/m$^3$), estima la velocidad del aire requerida para transportar sólidos con esta densidad (2100 m/min), lo que se corresponde con una fase diluida. La densidad de dicho material es 950 kg/m$^3$.

El volumen de aire se obtiene a partir de una estimación del diámetro de la tubería y la velocidad del aire obtenida previamente. Consiste en una operación reiterativa hasta conseguir el diámetro apropiado. Se elige finalmente un diámetro de 3" (76.2 mm), lo que da un volumen de aire de 9.91 m$^3$/min. Con estas características se tiene una relación de sólidos de 1 y un factor de diseño de 120.

La longitud de toma de los planos de la instalación (47.3 m), con la penalización de 2 codos de 90ª (15.2 m). En resumen se aproxima a una longitud global de 70 m lo que supone una pérdida de presión en el sistema de 2 lb fuerza/in$^2$.

La bomba recomendado para esta instalación debe tener una potencia de al menos 2 hp.

#### 3.2.3.2 Transporte neumático del PEAD

El cálculo de la instalación del transporte neumático para el PEAD, se realiza siguiendo los mismos pasos que para el transporte de PP [19].

La densidad de esta granza es de 950 kg/m3, de manera, que la velocidad del aire requerida es de 2100 m/min. Se elige el diámetro de tubería que dé el mínimo caudal de aire permitido para esta velocidad. El diámetro es de 1,7" y el caudal de 2.83 m3/min.

El consumo de PEAD por la máquina pequeña destinada a la inyección de piezas de este material es de 70 kg/h. El resto de parámetros no se pueden estimar con los monogramas, por su reducido tamaño. Razón por la que se sobreentiende que se utilizara la máquina de vacío de menos potencia admisible.

### 3.2.4 Protección contra incendios

La instalación de protección contra incendios se aplica siguiendo el Real Decreto 2267/2004, 3 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Para las zonas administrativas se utiliza la Norma Básica de Edificación NBE-CPI/96 "Condiciones de Protección contra incendios en los edificios" [20]. Es el propio RD en el Capítulo 1-Articulo 3 "Compatibilidad reglamentaria" el que esclarece que si en un "mismo edificio coexiste la actividad industrial con otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma Básica de la edificación, los requisitos que debe satisfacer estos espacios de uso no industrial son los exigidos por dicha normativa cuando se supere unos límites especificados.

#### 3.2.4.1 Clasificación

La caracterización del establecimiento en relación con la seguridad contra incendios, entendiendo como establecimiento el conjunto de edificios y espacios abiertos destinados a ser utilizados bajo la misma titularidad. La planta de inyección constituye según el Anexo 1 un establecimiento de tipo C:

"El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edifico más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá de estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio."

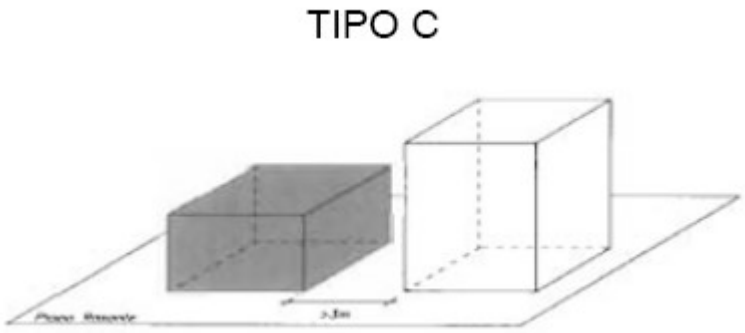



Figura 3-25 Tipo de establecimiento (DB-DE, [20])

#### 3.2.4.2 Sectorización

Se diferenciarán básicamente dos sectores. El primero de ellos albergará todas las zonas relacionadas con producción, almacenamiento y mantenimiento; el segundo corresponde a las áreas de oficinas, comedor y vestuario.

| ZONAS | SECTOR | ANCHO (m) | LARGO (m) | SUPERFICIE ($m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| Planta de proceso | 1 | 30 | 50 | 1500 |
| Almacén de productos terminados | 1 | 15 | 30 | 450 |
| Taller de mantenimiento | 1 | 15 | 10 | 150 |
| Taller de calidad | 1 | 15 | 10 | 150 |
| Oficinas | 2 | 20 | 14 | 280 |
| Vestuarios y comedor | 2 | 30 | 14 | 420 |
| Almacén de materias primas | 1 | 15 | 14 | 210 |
| Aparcamiento | 3 | 5.3 | 88 | 466 |

Tabla 6. Superficie de ocupación de cada zona

Se obtienen en total dos grandes sectores para el cálculo del riesgo intrínseco de la edificación. El primero, el de mayor tamaño, engloba a la nave de procesos, al taller de mantenimiento y al de taller de control de calidad y los almacenes con una superficie total de 2460 $m^2$. El sector 2, se constituye por la zona de oficinas, comedor y vestuarios, y recepción con una superficie total de 700 $m^2$ y finalmente, el sector 3, con 466 $m^2$ son los aparcamientos.

| SECTOR | FUNCIÓN | SUPERFICIE ($m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | Producción , almacenaje y reparación | 2460 |
| 2 | Oficinas, comedor, vestuarios y recepción | 700 |
| 3 | Aparcamiento | 466 |

Tabla 7. Agrupamiento de las zonas en sectores[1]

#### 3.2.4.3 Zona administrativa

El sector 2 es una zona administrativa con una superficie construida de más de 250 $m^2$, por lo que se atendrá a la NBE-CPI/96 [21] cuyo objeto es la protección de los ocupantes de los establecimientos, en este caso de uso administrativo y el sector 3 constituye una zona de aparcamiento. Actividades subsidiarias del uso administrativo como el comedor también se acoge a esta normativa. Un mismo sector puede abarcar más de un nivel, puesto que un sector determina la dimensión y severidad que puede alcanzar un incendio desarrollado "sin que se propague a otros sectores y sin provocar un colapso estructural del edificio" (pg. 15). El aparcamiento exterior por tener más de cinco plazas constituirá otro sector de incendio diferenciado de cualquier otro uso.

El cálculo de la ocupación necesario para las exigencias de evacuación se realiza con valores de densidad especificados en la propia norma básica. Se consideran todas las zonas ocupadas simultáneamente y que son de baja densidad de ocupación. Tomando así como valor una persona por cada 10 $m^2$, valor establecido para las zonas de uso administrativo; en total 70 personas. –se considera que un recinto puede tener una única salida cuando su ocupación sea inferior a 100 personas.

El ancho de las puertas previstas como salida de evacuación será igual o mayor que 0.80 m y la anchura de las escaleras de 1 m. Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables. El recorrido y las salidas deberán estar señalizados desde todo punto de origen de evacuación.

Debido a la superficie total ocupada por este sector, 700 $m^{2,}$ sólo será obligatoria la colocación de extintores portátiles. Su disposición debe garantizar que desde cualquier punto hasta un extintor la distancia no sea superior a 15 m; la eficacia de estos será como mínimo 21A-113B. En total, es necesaria la utilización de al menos dos extintores distribuidos por la planta baja, el primero en la recepción y el segundo en el pasillo de los vestuarios, y un tercero en la primera planta, la sala principal.

Las forjados de piso junto con las vigas y soportes que sean recorrido de evacuación tendrán como mínimo la estabilidad al fuego de EF-60. El muro colindante será como mínimo RF-120.

#### 3.2.4.4 Zona industrial

De acuerdo con el artículo 5.1 del RD 2267/2004 [20], la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores del sector de incendio respecto de otros (EI), no será inferior a la exigida a los elementos constructivos con función portante en este mismo sector de incendio.

Se entiende que todos los combustibles de la planta tienen un grado de peligrosidad medio, lo que equivale a un coeficiente de peligrosidad de 1.3

La resistividad al fuego de los elementos constructivos del cerramiento se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante, R
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E
- Aislamiento térmico I

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2, es decir R-60 (EF-60). Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio.

No se exige estabilidad portante de la nave principal por ser un edificio de una sola planta con un nivel de riesgo intrínseco y cuentan con rociadores automáticos y un sistema de evacuación de humos.

En las medianerías, forjados o paredes que compartimentan sectores y acometen a fachadas, la resistencia al fuego será como mínimo de la mitad de la exigida a aquél elemento en una franja de anchura mínima 1 metro.

#### 3.2.4.4.1 Sistema de alarma de incendio

No será necesario un sistema automático de alarma de protección contra incendios ni en la nave de procesos, ni en los almacenes. Pero será necesario un sistema manual. Colocándose un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, con una distancia máxima desde cualquiera punto a un pulsador de 25 m. Tampoco es necesario un sistema de comunicación de alarmas.

#### 3.2.4.4.2 Hidrantes

No será necesaria una instalación de hidrantes exteriores, por ser una edificación con una configuración de zona de incendio tipo C, una superficie inferior a 3500 $m^2$ y un nivel de riesgo intrínseco medio.

#### 3.2.4.4.3 Rociadores

Los rociadores se dimensionan de acuerdo a la UNE-EN 12845:2016 [22]. La actividad de la planta, producción por inyección de plásticos se considera de riesgo ordinario de factor 3. Como el abastecimiento de agua se usa para otros sistemas de lucha contra incendios se debe garantizar una capacidad de agua suficiente para 60 min en las zonas de producción y 90 min en los almacenes. La presión no debe exceder en ningún punto los 12 bares. El área de influencia máxima por cada rociador es de 12 $m^2$ o lo que es lo mismo una separación máxima de 4 m entre rociadores.

Para ello, se necesita un volumen de agua mínimo de 135 $m^3$.

La disposición de los rociadores en la planta se detalla en los planos.

#### 3.2.4.4.4 Bocas de incendio

Se instalarán bocas de incendio equipadas por ser un edificio de tipo C, con un nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie construida superior a 1000 $m^2$. Los BIE son de tipo DN 45 mm con una simultaneidad de 2 y una autonomía de 60 min. La presión en la boquilla no debe ser inferior a 2 bares ni superar los 5 bares. El diámetro es de 45 mm. En total, hay 5 bies distribuidas en el interior de la planta para garantizar una distancia máxima entre ellas de 50 metros y de 25 m desde cualquier punto a una de ellas.

Su disposición de detalla en los planos adjuntos.

No se instalará sistema de columna seca ni rociadores automáticos.

#### 3.2.4.4.5 Extintores

Los extintores de incendio portátiles se instalarán en todos los sectores del establecimiento. El tipo de combustibles es de clase A (combustibles sólidos que producen brasas) de manera que para un grado de riesgo intrínseco del sector de incendio medio es necesario un extintor de tipo 21A hasta los 400 $m^2$ y un extintor más por cada 200 $m^2$ o fracción en exceso del área de riesgo.

La localización de los extintores debe cumplir que desde cualquier punto que se inicie el fuego hasta el extintor no se superare los 15 m y que sean fácilmente visibles y accesibles.

Se instalarán un total de 11 extintores manuales en el sector 1 tipo 21A, de manera que desde cualquier punto a un extintor haya una distancia inferior a 15m. Se dispondrán 6 en la nave principal, dos en el almacén de productos terminados, uno en el almacén de materias primas, uno en el comedor y finalmente, otro en el vestuario masculino.

#### 3.2.4.4.6 Alumbrado

El alumbrado de emergencia se localiza en las vías de evacuación, así como, una buena señalización de las salidas de uso habitual y de las de emergencia es obligatorio.

#### 3.2.4.4.7 Evacuación

La ocupación se un establecimiento industrial se calcula a partir del número de trabadores que ocupa el sector de incendio. Se ha estimado un total de 27 personas trabajando simultáneamente en el sector, de manera que:

$$p < 100$$

$$P = 1.1p = 29.7 \rightarrow 30\ personas$$

Se aplica el DB-SI Seguridad en caso de incendios

El ancho de las puertas no debe ser menos que 0,60 m ni exceder 1,23 m Para un nivel de riesgo medio, con dos salidas alternativas no se debe superar la longitud de recorrido de 50 m.

Se ubicarán señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas tendrán una señal con el rótulo "Salida"
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en las salidas de uso previsto exclusivamente en caso de emergencia.
- Disposición de señales indicativas de los recorridos
- En las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse una señal de "Sin salida"

Las señales deben ser visibles incluso en un fallo en el alumbrado normal.

#### 3.2.4.4.8 Ventilación e iluminación

Dispondrá de un sistema de evacuación de humos por ser un sector con actividad de producción con un nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie construida superior a 2000 $m^2$. La ventilación será natural, de manera, que dispondrá de huecos uniformemente repartidos en la parte alta del sector. Estos huecos deberán ser practicables de manera manual o automática. Se dispondrán, además de huecos en para la entrada del aire en la parte baja del sector, con la misma superficie que os huecos de salida

#### 3.2.4.4.9 Almacenamiento

Se dispone en los almacenes un Sistema de estanterías metálicas y manuales. Las estanterías metálicas sobre rasante operadas manualmente deberán adoptar para un nivel de riesgo intrínseco del sector medio R15 (EF-15) en caso de no existir rociadores de agua, o en caso de si tener, no se exige ninguna resistencia al fuego.

Los recorridos o espacios de evacuación deberán tener al menos un metro.

No será obligatoria la instalación de ninguna boca de incendio equipada, ni columna seca, ni agua pulverizada, ni espuma, ni extinción por polvo, ni por agentes gaseosos exteriores.

### 3.2.4.5 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

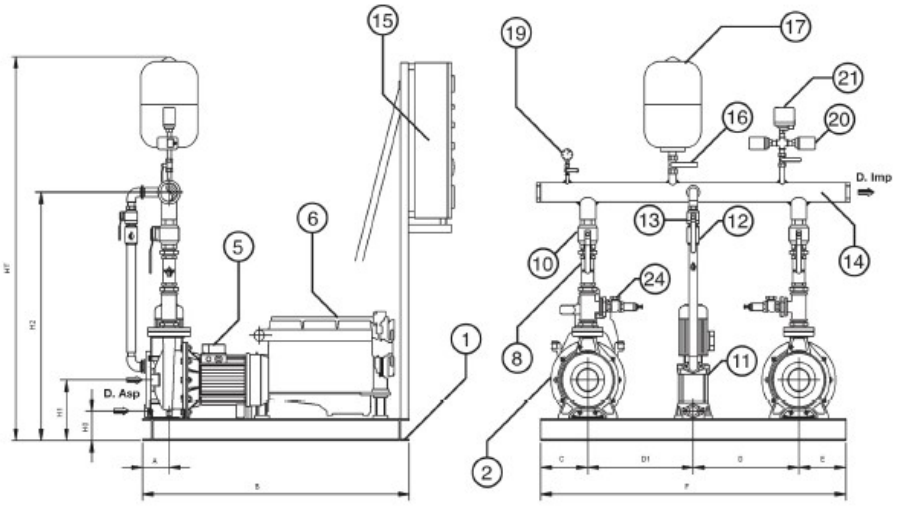
Es necesario un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para dar servicio en condiciones de caudal, presión y reserva calculados al sistema de bocas de incendio (BIE) y a los rociadores.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexisten varios sistemas, el caudal y reserva se calculan considerando la simultaneidad de operación mínima que se establece en la normativa de protección contra incendios. En el caso de sistemas bies y rociadores en edificios de una planta el caudal de agua requerido es el del sistema de rociadores y la reserva el del sistema de rociadores.

Por ello, se dimensionará un depósito capaz de alojar los 135 $m^3$ requeridos por los rociadores.

El grupo de bombeo se compone de una bomba principal eléctrica cuya función es suministrar el agua necesario a la presión suficiente que necesite la instalación en cada uno de los puntos del suministro [22]; una bomba de reserva diésel que tendrá las mismas características que la principal y que deberá funcionar en caso de que la principal falle, su activación es manual. La bomba auxiliar o 'Jockey' tiene como función mantener presurizada toda la instalación, está controlada por un presostato que detecta variaciones de presión en la instalación. Los presostatos son interruptores automáticos que actúan en función de la presión y ponen en

marcha las bombas. Se instalará una válvula de seguridad para evitar que la bomba principal trabaje a caudal cero.




| Nº | Denominación | Cant. |
|---|---|---|
| 1 | Bancada | 1 |
| 2 | Bomba Principal | 2 |
| 5 | Motor eléctrico | 1 |
| 6 | Motor diésel | 1 |
| 8 | Válvula de retención Bomba Principal | 2 |
| 10 | Válvula de corte Bomba Principal | 2 |
| 11 | Bomba Jockey | 1 |
| 12 | Válvula de retención Bomba Jockey | 1 |
| 13 | Válvula de corte Bomba Jockey | 1 |

| Nº | Denominación | Cant. |
|---|---|---|
| 14 | Colector impulsión | 1 |
| 15 | Cuadro eléctrico | 1 |
| 16 | Válvula de corte depósito | 1 |
| 17 | Depósito hidroneumático | 1 |
| 19 | Manómetro | 3 |
| 20 | Válvula de corte presostatos | 1 |
| 21 | Presostatos | 3 |
| 24 | Válvula de seguridad | 2 |

Figura 3-26 Composición del grupo de bombeo AF 3M 40-200/7.5 (Ebara, [23])

### 3.2.5 Racks de tuberías

Los racks de tuberías son estructuras metálicas abiertas instaladas en las naves industriales para soportar todas las líneas de distribución. Están formados por pórticos rígidos y vigas horizontales que irán sujetos a las columnas de la nave de proceso.

La estructura cuenta con dos bandejas, la bandeja superior para los cables eléctricos y la inferior para el resto de tuberías, como las de agua refrigerante, las del transporte neumático o el aire comprimido. Esto es así, para que en caso de derrame de una de estas líneas no caiga sobre las líneas con tensión, quedando estas más protegidas.

### 3.2.6 Iluminacion

"La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para la seguridad y salud." Real Decreto 486/1997 [21]

La iluminación de cada parte deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, atendiendo a los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependiente de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales desarrolladas. Es decir, no necesitarán los mismos lúmenes la zona de procesos de la de oficinas porque en ellas se realizan tareas con diferentes exigencias de visibilidad.

#### 3.2.6.1 Nivel de iluminacion

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural y en caso de que esta no sea suficiente se completará con luz artificial. En tales casos, la iluminación general es preferible frente a la localizada para el confort de los usuarios.

Los niveles mínimos de iluminación están establecidos por el RD 486/97 con la siguiente tabla.

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---|---|
| Zonas donde se ejecuten tareas con: | |
| 1.º Bajas exigencias visuales | 100 |
| 2.º Exigencias visuales moderadas | 200 |
| 3.º Exigencias visuales altas | 500 |
| 4.º Exigencias visuales muy altas | 1.000 |
| Áreas o locales de uso ocasional | 50 |
| Áreas o locales de uso habitual | 100 |
| Vías de circulación de uso ocasional | 25 |
| Vías de circulación de uso habitual | 50 |

Figura 3-27 Niveles mínimos de iluminación recomendados

Definiremos el nivel mínimo de cada zona en función de la exigencia de la tarea desempeñada en dicha área. Se duplicarán estas medidas cuando un error de apreciación visual durante el trabajo pueda suponer un peligro para el trabajador o para terceros.

Además, deberá cumplirse:

- una distribución de los niveles de iluminación lo más uniforme posible
- mantener los niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias de la tarea, evitando variaciones bruscas
- evitar los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial
- evitar deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes
- no utilizar fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, profundidad o distancia entre objetos que puedan dar a efectos estroboscópicos [21].

En base a la tabla X asignaremos un nivel de iluminación mínimo para cada estancia. Se definirá un valor diferente para cada sala atendiendo a la tarea con en esta se desempeñe y las exigencias visuales que dicha tareas suponga.

La iluminación de cada actividad depende del tamaño de los detalles que se deben visualizar, las distancia entre el ojo y el objeto observado, el factor de reflexión del objeto observado, el contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca y la edad del observador. [22, 23, 24]

En líneas generales, las oficinas tienen un nivel de exigencia alto; los vestuarios, aseos y comedor, moderado; las planta de proceso y almacenes, no es excesivamente alto; y en el taller de mantenimiento y calidad, tienen unas necesidades entre altas y muy altas.

| EDIFICIO | ZONA | LUX |
|---|---|---|
| Administración | Comedor | 300 |
| | Vestuarios femenino | 200 |
| | Vestuario masculino | 200 |
| | Recepción | 250 |
| | Almacén materias primas | 400 |
| | Oficinas de administración | 500 |

| | | |
|---|---|---|
| | Sala de reuniones | 500 |
| | Despachos | 500 |
| | Aseos | 200 |
| Nave principal | Procesos | 500 |
| | Almacén productos terminados | 400 |
| | Taller mantenimiento | 750 |
| | Calidad | 1000 |

#### 3.2.6.2 Distribución de la iluminación

La distribución espacial del flujo luminoso puede de ser de varios tipos:

- Iluminación directa: todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia abajo. Más económico pero mayor riesgo de deslumbramiento. Se usa este tipo en almacenes y naves industriales.
- Iluminación semidirecta: el flujo luminoso mayormente se dirige al suelo y el resto es reflejado al techo y paredes. Es solo recomendable para techos no muy altos.
- Iluminación difusa: 50% luz directa y 50% luz indirecta. Poco riesgo de deslumbramiento pero obliga a pintar las paredes y techos de colores claros o blanco.
- Iluminación semindirecta: el flujo luminoso mayormente se refleja en el techo y paredes, lo que provoca grandes pérdidas de flujo y por tanto mayor consumo eléctrico. La luz es de buena calidad.
- Iluminación indirecta: casi toda la luz va al techo.

Según donde se instalen las luminarias tendremos un sistema de iluminación general uniforme, iluminación general con iluminación localizada de apoyo o iluminación general localizada. Siendo generalmente el objetivo la primera de ellas.

Para conseguir una iluminación general uniforme las luminarias se reparten regularmente por todo el local sin tener en cuenta los emplazamientos de los puestos de trabajo y así garantizar una iluminación homogénea en todos los puestos situados en el mismo plano. Para evitar los deslumbramientos se recomienda que las luminarias estén lo más altas posible y repartidas de forma homogénea en el techo. Se garantizará un nivel medio de iluminación igual al nivel de iluminación requerido por la tarea.

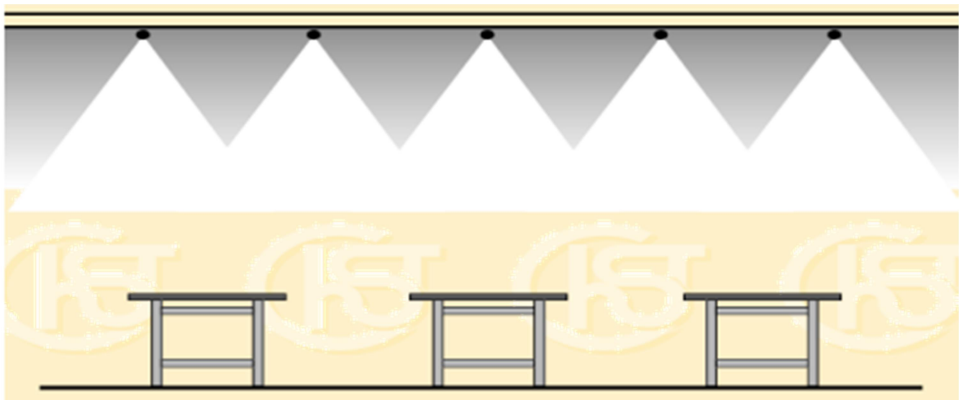


Figura 3-28 Tipo de iluminación difusa

#### 3.2.6.3 Deslumbramientos

Los deslumbramientos son un fenómeno corriente en la iluminación de las salas que hay que evitar para mejorar el confort de los usuarios. Puede ser de tipo directo, es decir, se ocasiona por una visión directa de la fuente de luz (lámparas o ventanas sin apantallamiento), para evitarlo, se aconseja que las luminarias sean vistas con un ángulo menor a 45º sobre el plano horizontal. También puede ser un deslumbramiento indirecto debido a los reflejos como es la reflexión de las fuentes de luz sobre superficies de gran reactancia.

El tamaño de la sala afecta al deslumbramiento de diferentes maneras. Una sala amplia favorece que haya y una sala baja también. Por lo que espacios altos y no excesivamente grandes favorecen a que no ocurran.

Para evitar los deslumbramientos se recomienda controlar las reflectancias de las superficies del entorno, eligiendo colores claros en estas. Poner las luminarias lo más alta posibles para que la luz que llega a la línea horizontal sea más difusa y controlar la disposición del mobiliario.

#### 3.2.6.4 Selección del color

La selección del color para las diferentes superficies de un local tiene un papel importante, puesto que puede contribuir a aumentar la eficacia del sistema de alumbrado escogido de dicho espacio ya que una parte de la iluminación proviene de la reflexión de la luz sobre las superficies. [22]

Factores de reflexión de colores y materia iluminados con luz blanca

| Color | Factor de reflexión |
|---|---|
| Blanco ( papel blanco) | 100% ( 80-85%) |
| Marfil, amarillo limón | 70-75% |
| Amarillo vivo,ocre, verde claro , azul pastel , rosa pálido, crema | 60-65% |
| Verde limón, gris pálido, rosa, naranja, azul gris | 50-55% |
| Madera clara, azul cielo | 40-45% |
| Roble, cemento | 30-35% |
| Rojo profundo, verde hoja, verde oliva | 20-25% |
| Azul oscuro,púrpura, gris pizarra | 10-15% |
| Negro | 0% |

Figura 3-29 Factores de reflexión de los colores

Los colores claros o blancos son los que tiene mayor factor de reflexión (70-100%). Los valores recomendados para las distintas zonas (PRL Tema7) son los siguientes:

- Techo: 75-100%
- Paredes: 50-75%, aunque si hay buena iluminación natural reducir al 40%
- Mobiliario: 20-50%
- Suelos: 20-25%

Se prefieren suelos oscuros que eviten deslumbramientos por reflexión de los focos luminosos del techo. Por el mismo motivo, se recomiendan acabados mates tanto en el techo como en la pared.

El material seleccionado para el techo tiene un grado de reflexión en torno al 70%, el de las paredes es del 62% y el del suelo del 25%. Para ello se ha elegido un cemento grueso barnizado para las paredes, unas baldosas de cemento oscuro para el suelo de la nave de procesos y una madera oscura para la zona de oficinas,

y el techo es de un gris claro.

#### 3.2.6.5 Luminarias

La selección de luminarias está influenciada por el tipo de espacio en el que deban estar. En total se han seleccionado cinco modelos distintos para toda la planta de inyección. Todas las distribuciones se hacen buscando una iluminación general y difusa y se calcula para una superficie de 0.8 m sobre el suelo, altura la que se encontrarían la superficie de las mesas de trabajo con requerimientos lumínicos.

La iluminación se calcula para una situación nocturna.

En la planta de procesos las luminarias deben estar colgadas del techo por encima del puente grúa. Como la altura a la que se colocan es mucha unido a la gran dimensión del espacio se requieren un modelo de mucha potencia y luminosidad. Este modelo también se emplea en el almacén de productos terminados por los mismos motivos.

NIKKON - S6129 Colossal H1000IP65 RAL22MFW
Emisión de luz 1
Lámpara: 1xHPMV 1000W Bulb Lamp
Grado de eficacia de funcionamiento: 76.81%
Flujo luminoso de lámparas: 64000 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 49158 lm
Potencia: 1041.8 W
Rendimiento lumínico: 47.2 lm/W

Indicaciones colorimétricas
1xHPMV 1000W Bulb Lamp: CCT 4100 K, CRI 40

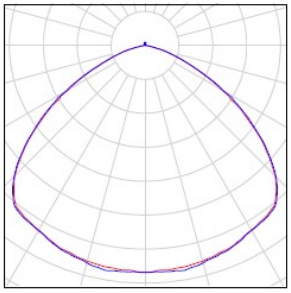


Figura 3-30Nikkon – S6129 Colossal

En el almacén de materias primas, el taller de mantenimiento y de calidad se ha elegido un modelo similar, también colgante del techo pero de menor potencia. Estos espacios son más pequeños y para conseguir la luminosidad requerida se usa un modelo de menos consumo.

NIKKON - S6129 S40IP65 RAL18W
Emisión de luz 1
Lámpara: 1xHPS 400W Bulb Lamp
Grado de eficacia de funcionamiento: 76.29%
Flujo luminoso de lámparas: 47000 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 35859 lm
Potencia: 428.0 W
Rendimiento lumínico: 83.8 lm/W

Indicaciones colorimétricas
1xHPS 400W Bulb Lamp: CCT 2000 K, CRI 25

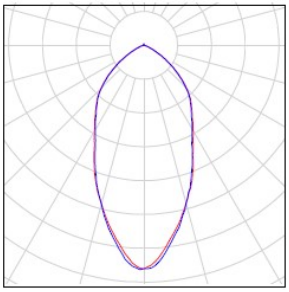


Figura 3-31 Nikkon – S6129

El techo de las oficinas es inferior al de la nave de proceso por lo que es más conveniente el uso de luminarias empotradas en este, optimizando el espacio disponible y así evitar problemas de deslumbramiento. En las zonas más amplias como la sala de reuniones, la zona de administración o el despacho principal que tienen una necesidad lumínica de 500 lux se usa un modelo de Philips con un flujo luminoso de 6550 lm

Philips Lighting - TBS417 1xTL5-73W HFP T C8-VH
Emisión de luz 1
Lámpara: 1xTL5-73W/835
Grado de eficacia de funcionamiento: 96.74%
Flujo luminoso de lámparas: 6550 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 6337 lm
Potencia: 81.0 W
Rendimiento lumínico: 78.2 lm/W

Indicaciones colorimétricas
1xTL5-73W/835: CCT 3000 K, CRI 100

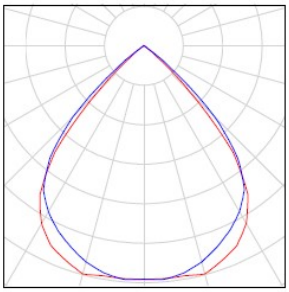


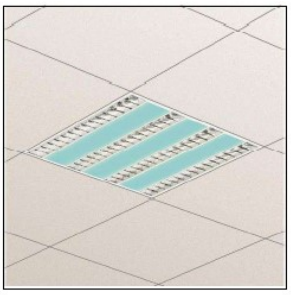
Figura 3-32 Philips lighting – TBS417

Sin embargo, para los despachos pequeños con una necesidad lumínica de 500 lux o para espacios como el

comedor y recepción cuya necesidad lumínica es inferior (200 y 250 lux) se emplean lámparas de menor luminosidad (4600 lm)

Philips Lighting - TBS464 SQR 4xTL5-13W HFP D8-VH IPC-WH
Emisión de luz 1
Lámpara: 4xTL5-13W/840
Grado de eficacia de funcionamiento: 94.41%
Flujo luminoso de lámparas: 4600 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 4343 lm
Potencia: 59.0 W
Rendimiento lumínico: 73.6 lm/W

Indicaciones colorimétricas
4xTL5-13W/840: CCT 3000 K, CRI 100



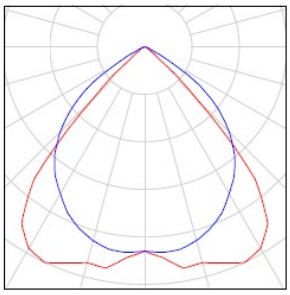


Figura 3-33 Philips lighting – TBS464

En los aseos y vestuarios cuya necesidad lumínica es aún menor se opta por un modelo también empotrado en el techo pero de menor consumo (44 W).

WILA - T26010-03 + 81010R23 Tentec Deckeneinbauleuchte, Streuscheibe
Emisión de luz 1
Lámpara: 1xTC-TELI 42W
Grado de eficacia de funcionamiento: 59.44%
Flujo luminoso de lámparas: 3200 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 1902 lm
Potencia: 44.0 W
Rendimiento lumínico: 43.2 lm/W

Indicaciones colorimétricas
1xTC-TELI 42W: CCT 4000 K, CRI 82

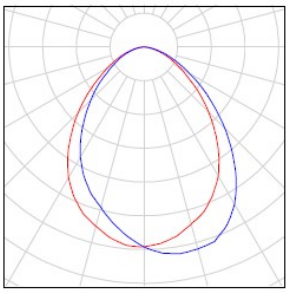


Figura 3-34 WILA – T26010-03

El flujo luminoso total de las lámparas es de 26644650 lm, una potencia total de 37,24 kW y un rendimiento lumínico de 55.3 lm/W. Se calcula luminosidad para un plano con una altura de 0.8 m

### 3.2.7 Instalación de baja y alta tensión

La instalación eléctrica se divide en una parte de alta tensión y otra de baja. La energía suministrada será en corriente trifásica de 50 Hz y 20 kV de tensión.

Se dispondrá un centro de transformación tipo caseta en el perímetro exterior accesible para la entidad suministradora. Desde el centro de transformación se dará suministro en baja tensión al cuadro general ubicado dentro del edificio, desde donde se distribuirá a subcuadros repartidos por la planta y a los receptores finales que correspondan.

La conexión entre el CT y el CGBT se realizará mediante canalización subterránea y la distribución interior se realizará mediante bandejas y/o tubo rígido.

#### 3.2.7.1 Instalación de alta tensión

Se trata de instalación de alta tensión al tramo de línea eléctrica que va desde la conexión a la red del polígono hasta el transformador de la planta de inyección. Se considera que la red de distribución de la compañía suministradora pasa subterránea por la acera. El entronque se realizará mediante entrada y salida de dicha línea al centro de transformación a través de una arqueta que se dispondrá junto al CT en la acera. El CT tendrá una zona de compañía con tres celdas de línea, entrada, salida y suministro y una zona de abonado.

El cable de alta tensión irá en una canalización subterránea. Los tubos estarán enterrados una profundidad de 1 m.

#### 3.2.7.2 Centro de transformación

El centro de transformación es una caseta de hormigón prefabricada que se encuentra en el perímetro del

recinto de la planta de inyección y es accesible desde el exterior. Dispondrá de un transformador de potencia de 400 KVA y 20000 V de tensión nominal en el primario y 420 V en el secundario en corriente trifásica.

La caseta estará dividida en dos zonas: una de la compañía y otra del abonado. La zona de compañía contendrá tres celdas de línea: entrada, salida y seccionamiento de abonado. La zona de abonado contendrá el resto de celdas del centro de transformación.

Las celdas son prefabricadas y modulares con un aislamiento de hexafluoruro, se encontrarán en el interior del centro las siguientes:

- Celda de línea de entrada (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de línea de salida (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de línea (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de seccionamiento, separación entre zona de compañía y abonado (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de medida en alta tensión (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de protección del transformador (24 kV 400 A 16 kA)

Las características eléctricas de las celdas:

- Tensión asignada:.....24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
- a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:.....50 kV ef.
- a impulso tipo rayo: .....125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea:.....400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat.....400 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo:.....16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:.....40 kA cresta,

El transformador a instalar se ajusta a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora. La selección del trafo se hace en función de la potencia nominal necesaria, se toma siempre aquel cuya potencia nominal sea inmediatamente superior a la potencia de consumo esperada. Sus características son las siguientes:

- Potencia nominal: 400 KVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

La intensidad en el primario del transformador es de 11.55 A y en el secundario de 577.35 A:

Las intensidades de cortocircuito son necesarias para el dimensionamiento de los interruptores de la línea. La intensidad de cortocircuito en el primario se calcula a partir de una potencia de cortocircuito ($S_{cc}$) de 500

MVA. En la red de distribución, dato suministrado por la compañía eléctrica. La intensidad de cortocircuito en el primario es de 14.434 kA y en el secundario de 14.43 kA.

. Se dispone de una batería fija conectada al primario del transformador con una capacidad de 30 kVAR

Todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero que puedan estarlo como consecuencia de una averia deberán estar protegidas y puestas a tierra. Se plantea un anillo metálico cuyo tamaño supere al de la caseta. A la puesta a tierra de servicio se conecta el neutro del transformador y la tierra del secundario de la celda de medida.

#### 3.2.7.3 Instalación de baja tension

Se instalará un cuadro general de baja tensión en una habitación específica para ello. El cuadro debe estar montado de una forma accesible y modular. Junto al CGBT se instalará una batería automática de condensadores para la compensación del factor de potencia de la instalación.

Desde este cuadro se realizará la alimentación a los distintos subcuadros y equipos mediante conductores que discurrirán por bandejas de PVC. Solamente los conductores desde el centro de transformación al CGBT son subterráneos, el resto de conexionado será por bandejas o tubo rígido de PVC. El tramo subterráneo dispondrá de arquetas que faciliten el tendido y posterior mantenimiento, sin que superen una distancia de 50 m. Las arquetas empleadas son de tipo A-1 (normalizadas por la Cía.) para facilitar el tendido del cable, ya que no es necesario ningún giro desde el centro de transformación al cuadro de control. En total, son necesarias dos arquetas; la primera de ellas a la salida del transformador y la segunda en la entrada del edificio.

La previsión de potencia en la planta de inyección se realiza a partir de los consumos previstos. Para ello se asignarán subcuadros a distintas zonas y se estudiará la potencia en cada uno de ellos. En total se estiman 22 subcuadros, de los cuales algunos están asociados a áreas específicas y otros a máquinas cuyos cuadros vienen incorporados en la misma. Cada subcuadro está protegido con un interruptor automático con una protección térmica, magnética y diferencial.

Se proyecta una batería de condensadores de 200 KVAr automática por escalones centralizada que corrija el factor de potencia hasta un valor de 0.99 y que se ubicará junto al CGBT

Las lámparas instaladas son de tipo Led, luego se considera la potencia en vatios de las lámparas. Sin embargo, los conductores que alimenten a motores, de acuerdo con la ITC-BT-47 estarán sobredimensionados para la intensidad un 25%.

Se asume que en cada enchufe monofásico hay una corriente de 16 A y una tensión de 230 V. La potencia de cada enchufe es por tanto de 3680 W.

En la nave de proceso se provee la instalación de cajas de enchufes industriales que tendrán dos tomas monofásicas y dos trifásicas, con sus correspondiente protecciones.

La suma de la potencia estimada de consumo de los distintos equipos, enchufes más el consumo de las luminarias, dato obtenido en DIALux, resulta la potencia de cada uno de los subcuadros. A efecto de determinar la potencia necesaria se aplican coeficientes de simultaneidad que depende del número de circuitos que engloba cada instalación.

Para obtener la potencia global de la planta de inyección, se suma las potencias previstas por los distribuidores de las diferentes máquinas a las de los subcuadros calculados. La suma de las potencias instaladas es 316.89 kW y la potencia de funcionamiento es 198.40 kW. El coeficiente de simultaneidad global es 0.63.

La puesta a tierra de protección de la planta es una red equipotencial, la puesta a tierra tiene el fin de evitar riesgos y desviar posibles derivaciones de los elementos conductores. Se deben conectar a tierra todos los elementos metálicos que en su uso normal no conduzcan corriente.

##### 3.2.7.3.1 Cálculo de las secciones de cables de baja tensión

Para el cálculo de las secciones de cable se ha considerado la potencia prevista para el circuito sin coeficientes de simultaneidad y se consideran los siguientes criterios:

- Previsión de potencia
- Intensidades máximas admisibles en cables

- Caídas de tensión máximas en circuitos
- Cortocircuito

En el cálculo de la red eléctrica se precisa saber la intensidad, la caída de tensión y la intensidad de cortocircuito. Para un sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \times cos\varphi \times \eta}\ (A)$$

$$V = 2I \times (Rcos\varphi + Xsen\varphi)\ (V)$$

$$I_{cc} = \frac{U}{2\sqrt{3} \times Z_t}\ (A)$$

Para un sistema trifásico:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3}U \times cos\varphi \times \eta}\ (A)$$

$$V = \sqrt{3}I \times (Rcos\varphi + Xsen\varphi)\ (V)$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_t}\ (A)$$

Los tramos de cable están definidos en los planos correspondientes.

Los cables usados para el diseño son de cobre (CU) con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de policloruro de vinilo (V). Se considera un factor de potencia es 0.8 a efectos de cálculo. La sección de los conductores se ha obtenido para un tendido tipo F "Cables unipolares montaje superficial, directamente a la pared, en bandejas perforadas o soportes" y B1 "Cables unipolares aislados en tubos (incluyendo canales, canaletas y conductos de sección no circular) en montaje superficial o empotrados en obra. "Para el cálculo se ha tenido en cuenta limitaciones de máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión.

#### 3.2.7.4 Cuadro general de baja tensión

El CGBT localizado dentro del edificio, distribuye la energía eléctrica a toda la planta a través de los subcuadros, 22 en total, ubicados en puntos cercanos a donde es necesario corriente. Así pues cada uno de ellos corresponde a una salida del cuadro general.

Tanto el cuadro general como los subcuadros deberán estar construidos de acuerdo con la norma IEC 61439 y UNE 20/09881. Estarán formados por cuadros modulares e independientes unidos mecánicamente formando un solo bloque y eléctricamente mediante un embarrado de cobre. Además se dejará una reserva de espacio para posibles ampliaciones o reformas.

Cada cuadro deberá ir protegido frente a sobrecargas, cortocircuitos y posibles contactos indirectos. La protección frente a las sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante interruptores automáticos magnetotérmicos; y la protección frente a contactos indirectos será con interruptores automáticos diferenciales. Cada uno de estos elementos deberá ir dimensionado para el elemento que este protegiendo. Además cada subcuadro deberá contar con un analizador de redes.

La red general de puestas a tierras de protección y servicio de la planta es un elemento de apoyo a toda la instalación eléctrica. Se ha elegido un sistema de puesta a tierra de tipo TT cuyo esquema se recoge en la ITC-BT-18 del reglamento de baja tensión. En este sistema el neutro y las masas metálicas de la construcción y de los distintos equipos se conectarán a tierra de forma independiente. Se realizara una red equipotencial de cobre conectada a tierra de forma que se garantice una resistencia de puesta a tierra inferior a 10 ohmios. La red de tierra será un anillo perimetral donde se conecte las distintas tierras y neutros.

Se instalará un pararrayos en la cubierta del edificio principal de protección frente a descargas atmosféricas.

# 4 ESTRUCTURA

El cálculo de la planta de inyección de plásticos se ha realizado con CYPECAD 2012, un programa de cálculo de estructuras industriales. Se modelan por separado el edificio de oficinas y la nave de proceso para simplificar el cálculo, aunque ambos seguirán la misma metodología. Son estructuras metálicas de vigas y pilares con recubrimientos de hormigón prefabricado que cumplen las recomendaciones del Documento básico SE-AE "Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación"

## 4.1 Materiales

Los materiales empleados son básicamente dos: acero y hormigón. El acero es el material fundamental de la estructura, mientras que el hormigón se usa para los cerramientos y los cimientos.

Los perfiles empleados son de acero laminado S275, cuyas características básicas se muestran a continuación:

| Materiales utilizados | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | E | ν | G | $f_y$ | $\alpha_t$ | γ |
| Tipo | Designación | (MPa) | | (MPa) | (MPa) | (m/m°C) | (kN/m³) |
| Acero laminado | S275 | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00 | 0.000012 | 77.01 |

*Notación:*
*E: Módulo de elasticidad*
*ν: Módulo de Poisson*
*G: Módulo de cortadura*
*$f_y$: Límite elástico*
*$\alpha_t$: Coeficiente de dilatación*
*γ: Peso específico*

Figura 4-1 Propiedades del acero S275

El hormigón de la cimentación es un tipo de hormigón armado con una resistencia a la compresión a 28 días de 25 N/mm$^2$, se conoce como HA-25

## 4.2 Acciones sobre el edificio

Hay tres tipos de acciones definidas en el DB de Acciones estructurales [25]: permanentes, variables y accidentales. Las primeras son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio, las segundas pueden actuar o no y las últimas son aquellas que tienen una probabilidad de ocurrencia baja.

- Acciones permanentes:
    - Peso propio: tiene en cuenta los elementos estructurales, cerramientos, tabiquería, revestimientos, rellenos, etc…En general, el peso propio de los elementos constructivos será el valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y los pesos específicos medios.
    - Pretensado
    - Acciones del terreno: acciones derivadas del empuje del terreno, originadas por el peso u otras acciones sobre él.
- Acciones variables:
    - Sobrecarga de uso: todo lo que puede gravitar sobre un edificio por razón de su uso. Se simulan como una carga distribuida uniformemente. En el DB se detallan los valores

característicos de las sobrecarga de uso los cuales tienen en consideración personas, mobiliario, enseres, mercancías, etc…

- Viento: distribución y valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio para edificios con una cota inferior a 2000 m.
- Nieve: distribución e intensidad de la carga de nieve sobre un edificio. Depende del clima, el tipo de precipitación, la cubierta, etc…
- Acciones térmicas: deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de temperatura del ambiente exterior. Depende de las condiciones climáticas, orientación y exposición del edificio entre otras cosas.

- Acciones accidentales:
  - Sismo: regulada en la NSCE "Norma de construcción sismo resistente: parte general y edificación"
  - Incendio: regulado en el DB-SI.
  - Impacto: acciones sobre un edificio causadas por un impacto, como el de un vehículo.

### 4.2.1 Peso propio

Entre las acciones permanentes, el peso propio, es la de mayor relevancia en el caso planteado. El peso propio de los elementos estructurales es tenido en cuenta en el cálculo por el propio programa. Sin embargo, hay que considerar el peso propio de la cubierta en ambos edificios.

### 4.2.2 Sobrecarga de uso

El valor de la sobrecarga de uso está estipulado en el CTE [25] en función del tipo de cubierta de la edificación.

La categoría de uso que corresponde a este caso es G "Cubiertas accesibles únicamente para conservación" y en cuanto a la subcategoría, se enmarca dentro de G1 "Cubiertas ligeras sobre correas", a lo que corresponde una sobrecarga de uso uniforme de 0.4 kN/m$^2$.

En el edificio de oficinas en la planta intermedia también hay que aplicar una sobrecarga de uso de categoría B "Zonas administrativas" cuya carga uniforme asignada es de 2 kN/m$^2$.

### 4.2.3 Viento

La acción del viento es en general una fuerza tangencial a la superficie y se expresa como:

$$q_e = q_b c_e c_p$$

El valor de la velocidad media del viento puede obtenerse del mapa, dónde en función de la localidad se asigna una presión dinámica.

La provincia de Jaén se encuentra en la zona A con una velocidad eólica característica de 26 m/s, por lo que le corresponde una presión dinámica de 0.42 kN/m$^2$. Con el fin de calcular el coeficiente de exposición se plantea el grado de aspereza del entorno, en este caso nos encontramos en el tipo IV. Zona urbana en general, industrial o forestal. El periodo de servicio es de 50 años.

### 4.2.4 Nieve

El cálculo de carga de nieve depende del emplazamiento, como la nave se encuentra en la provincia de Jaén, corresponde a la zona 6 según el CTE SE-AE [25]. La exposición al viento es normal.

Con una altura de 345 m, inferior a 2000 m, y una cubierta sin resalto, se puede saber la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal: 0.2 kN/m$^2$.

Las hipótesis aplicadas en el cálculo de la acción de nieve son tres: estado inicial, redistribución 1 (la carga en

el faldón A es del 100% y en B del 50%) y redistribución 2 (la carga en el faldón B es del 100% y en A del 50%).

## 4.3 Edificio de oficinas

El diseño del edificio de oficinas se hará en dos partes. En primer lugar se modela el ´pórtico 'tipo' del edificio con el "Generador de pórticos" y, posteriormente en 'CYPE 3D METAL' se completará la estructura.

La nave de administración tiene una luz de 14 m, distancia salvada con dos pórticos adyacentes e idénticos de 7 m, debido a la corta luz de cada pórtico, estos son a un agua. Tendrá en total siete pórticos, lo que son 6 vanos con una separación de 7.5 m cada uno, y una profundidad total de 45 m.

Posteriormente, en los pórticos 5,6 y 7 se añade una planta intermedia a 3 m de altura del suelo para alojar a las oficinas. En los restantes, dónde se alojará el almacén se prefiere aprovechar toda la altura de la construcción.

El cerramiento lateral es de bloques de hormigón de 20 cm de espesor y rectangulares de 40x20 cm. Se instalarán ventanas en la parte superior para las oficinas y en la planta inferior. Cuenta con cuatro puertas de acceso de las cuales, una es la principal para los peatones y una puerta más grande para la descarga de mercancía en el almacén de materias primas.

La cubierta es de placas alveolares prefabricadas apoyadas sobre las vigas.

### 4.3.1 Generación de porticos,

El generador de pórticos permite generar la geometría y las cargas de peso propio, sobrecarga de uso, nieve y viento de un pórtico de una forma rápida y sencilla. Además permite el dimensionamiento de las correas superiores y laterales, si fueran necesarias. Se trata de dos pórticos contiguos e idénticos de 6 m de altura y una luz de 7 m cada uno. La cubierta es a un agua.

Con la geometría propuesta, se definen los datos generales de la estructura, como son las acciones a las que está sometido. El cálculo del peso propio de los elementos estructurales metálicos, los considera el propio programa, sin embargo, hay que introducir el peso del cerramiento de la cubierta. Esta es de hormigón aligerado con una densidad de 1000 kg/m$^3$ y una pendiente de 1.5º de inclinación.

Para un perfil con un espesor mínimo de 5cm en los cantos exteriores y con la inclinación de 1.5º, se obtiene un canto interior de 183.24 mm. Lo que supone para una densidad de 1000 kg/m$^3$ una sobrecarga de $1.42\ kN/m^2$

La sobrecarga de uso del cerramiento definida en la normativa para cubiertas tipo G1 "Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento" es de 0.4 kN/m$^2$.

El dimensionamiento se hace para un forjado de un único vano con cubierta colaborante, y con una flecha que no sobrepasa un desplazamiento de L/300, siendo L, la longitud del perfil en cuestión.

El forjado superior es de perfiles IPE 240 y una separación entre ellos de 1.2 m. El porcentaje de aprovechamiento de la tensión es de 93.17% y de la flecha de 67.74%.

| Datos de correas de cubierta | |
|---|---|
| Descripción de correas | Parámetros de cálculo |
| Tipo de perfil: IPE 240 | Límite flecha: L |
| Separación: 1.20 m | Número de vanos: U |
| Tipo de Acero: S275 | Tipo de fijación: C |

Figura 4-2 Datos de correas de cubiertas (CYPECAD, 2016)

| Medición de correas | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de correas | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m² |
| Correas de cubierta | 14 | 429.71 | 0.30 |

Figura 4-3 Medición de correas (CYPECAD, 2016)

### 4.3.2 Cálculo de la estructura

La estructura completa consta de 7 pórticos tipo, abarcando una longitud total de 45 m, con una separación entre ellos de 7.5 m. Además, del primer pórtico al cuarto se ubica una segunda planta a media altura (3 m), esta zona será la que alojará las oficinas y los vestuarios. De la parte trasera, los vanos 4,5 y 6, se aprovecha la altura completa para el almacén

Todos los nudos, tanto interiores como exteriores, están empotrados, de esta manera, se busca aligerar las vigas de acero, penalizando las cimentaciones.

Figura 4-4 Estructura en CYPECAD 3D del edificio de oficinas

Los perfiles seleccionados son de tipo IPE para las vigas y de tipo HEB para los pilares. Este tipo de elemento estructural trabaja principalmente a flexión. Tanto el perfil IPE como el HEB, son perfiles laminados en caliente, con un espesor mayor o igual a 3mm y de sección transversal llena y constante. Los perfiles HEB tienen mayor momento resistente y de inercia pero son más pesados.

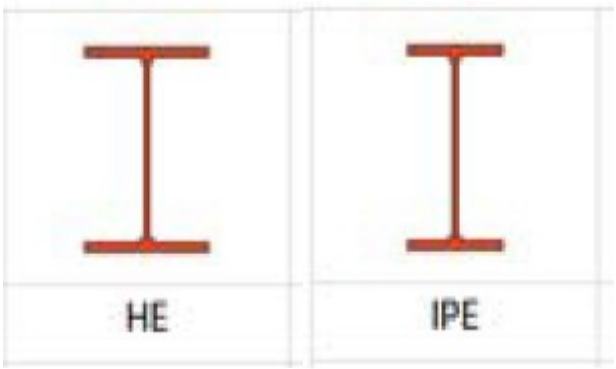



Figura 4-5 Geometría de los perfiles tipo HE e IPE

Se limita la flecha de toda la estructura a L/300, tal y como se había hecho con el forjado. Y se define el pandeo para las distintas barras. Dado que todos los nudos están empotrados el coeficiente de pandeo es 0.5, además, se restringe el movimiento en el eje xy de las columnas, ya que estas alojarán los paneles del cerramiento que impedirán la deformación en ese plano.

Las cargas consideradas son las de peso propio, sobrecarga de uso, viento y nieve. En la nueve planta intermedia se añaden cargas superficiales de dos tipos; la primera está asociada al peso propio del panel de hormigón del suelo (1 kN/m$^2$) y otra con la sobrecarga de uso para uso administrativo (2 kN/m$^2$).

Se han seleccionado todos los pilares del mismo perfil, para simplificar el montaje y evitar confusiones en la obra. Lo mismo se ha hecho con las vigas de los pórticos y las vigas perimetrales, estas últimas son las que une todos los pórticos evitando cualquier desplazamiento de estos.

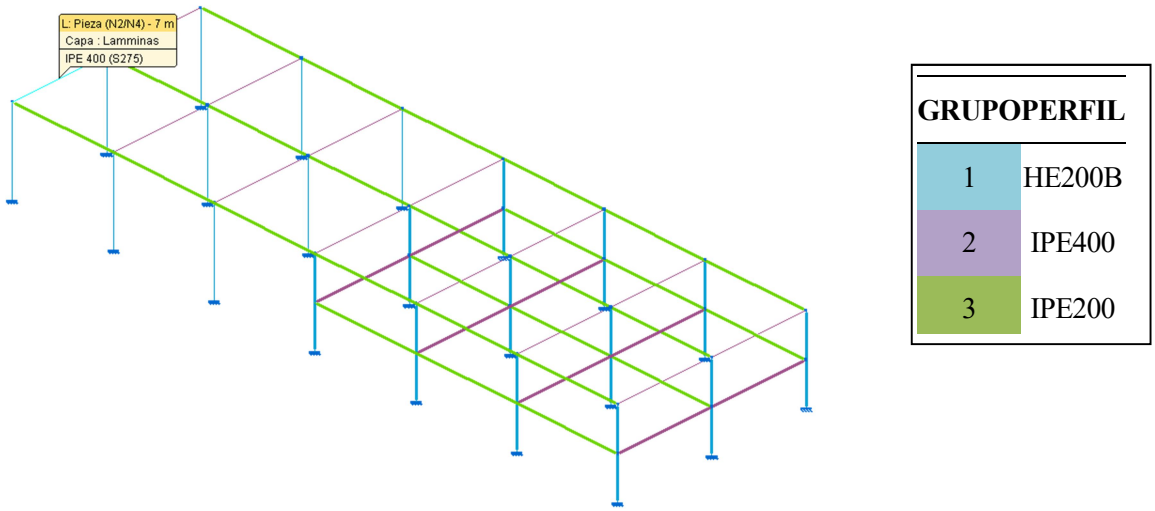



Figura 4-6 Clasificación de los perfiles de la estructura del edificio de oficinas

Nos aseguramos que con un pilar HE200B se puede hacer una unión con la viga tipo IPE400, para ello el ala de la viga debe tener unas dimensiones similares al ala del pilar. En el catálogo de perfiles se obtienen estos datos, el ala de un IPE400 es de 180 mm y la de un HE200B de 200 mm, ambos valores muy similares.

Posteriormente se añade una estructura soporte para la puerta del almacén.

| Características mecánicas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Ref. | Descripción | A (cm²) | Avy (cm²) | Avz (cm²) | Iyy (cm4) | Izz (cm4) | It (cm4) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | 1 | HE 200 B, (HEB) | 78.10 | 45.00 | 13.77 | 5696.00 | 2003.00 | 59.28 |
| | | 2 | IPE 400, (IPE) | 84.50 | 36.45 | 28.87 | 23130.00 | 1318.00 | 51.10 |
| | | 3 | IPE 200, (IPE) | 28.50 | 12.75 | 9.22 | 1943.00 | 142.00 | 6.98 |

*Notación:*
*Ref.: Referencia*
*A: Área de la sección transversal*
*Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'*
*Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'*
*Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'*
*Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'*
*It: Inercia a torsión*
*Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.*

Figura 4-7 Características mecánicas de los perfiles seleccionados en la estructura del edificio de oficinas (CYPECAD 2016)

| Resumen de medición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Serie | Perfil | Longitud | | | Volumen | | | Peso | | |
| Tipo | Designación | | | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| | | | HE 200 B | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | | |
| | | HEB | | | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | |
| | | | IPE 400 | 154.000 | | | 1.301 | | | 10215.20 | | |
| | | | IPE 200 | 202.500 | | | 0.577 | | | 4530.43 | | |
| | | IPE | | | 356.500 | | | 1.878 | | | 14745.64 | |
| Acero laminado | S275 | | | | | 482.500 | | | 2.862 | | | 22470.51 |

Figura 4-8 Resumen de medición (CYPECAD 2016)

La cantidad de acero laminado necesario para el edificio de estructuras es de 22470.51 kg.

## 4.4 Nave de proceso

La nave principal es, de nuevo, una estructura metálica formada por vigas y pilares, con un perímetro de 45 x 50 $m^2$. Con estas dimensiones se plantea el lado más corto, 45 m, como la luz total de la nave y el lado más largo, la profundidad de ésta. Además se añadirán pilares a 15 m del pilar izquierdo, cuya función será alojar unos cerramientos interiores que separen la zona de máquinas, de los talleres y el almacén. En el cálculo estructural se tendrá en cuenta la existencia de un puente monorraíl.

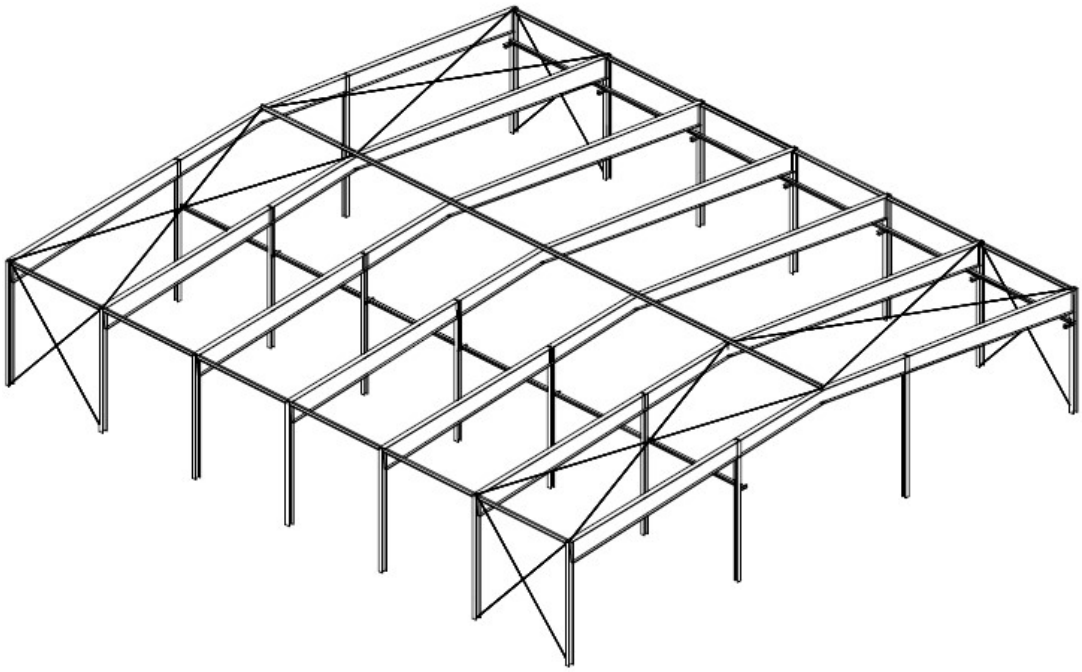


Figura 4-9 Estructura de la nave de proceso (CYPECAD 2016)

La cubierta es una chapa grecada de 0.6 mm de espesor y el cerramiento lateral son bloques de hormigón de color liso y 790 cm x 120 cm x 20 cm a dos caras vistas. Se coloca un faldón de chapa ondulada de 0.6 mm.

La nave cuenta con tres puertas de garaje basculante de chapa en la zona de procesos, las cuales llevarán una estructura de perfiles a modo de soporte.

### 4.4.1 Generación de portico

El pórtico tipo tiene una luz de 45 m salvada en dos vanos simétricos. La altura de los pilares es de 9 m y la total de la nave de 10.9 m, lo que significa un ángulo de cubierta de 4.45º. La profundidad de la nave está salvada con siete pórticos separados una distancia de 8.33 m.

Se comprueba que 9 m de altura en los pilares es suficiente para alojar las máquinas más grandes y al puente

grúa sin interferencia, como se aprecia en la siguiente imagen.

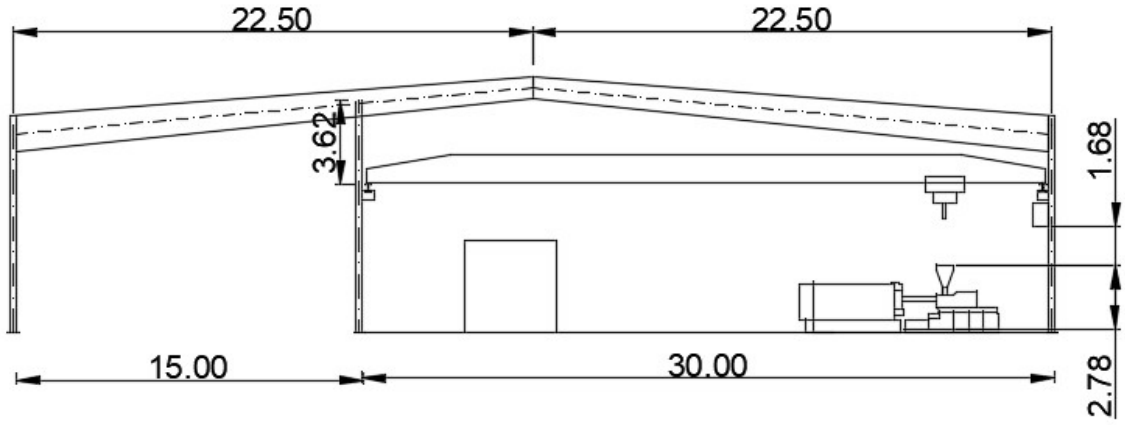



Figura 4-10 Aluzado de la nave de procesos

Las acciones al igual que en la nave anterior, se tendrán en cuenta las cargas permanentes y variables para el dimensionamiento de la estructura. Entre las cargas permanentes se encuentra el peso propio de la cubierta. La cubierta es una chapa metálica ondulada, es una solución económica, asegura la estanqueidad, duradera y de fácil montaje. La densidad superficial de estos materiales están en torno a las 6 kg/m$^2$ (0.06 kN/ m$^2$).

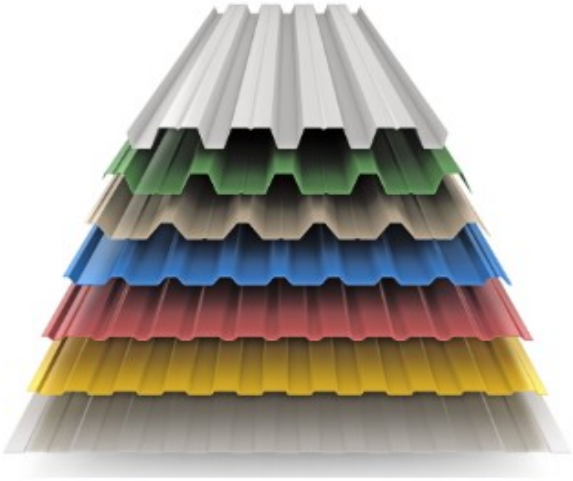


Figura 4-11 Chapa metálica ondulada

Además se considera la sobrecarga de uso para cubiertas accesibles únicamente para conservación: 0.4 kN/ m$^2$. El viento y la nieve son acciones variables, las cuales también se consideran en el dimensionamiento

El forjado se plantea con perfiles IPE; de manera que con un IPE 220 y se obtiene una separación entre correas de 1.2 m. En total son 40 correas para soportar el peso de la cubierta y las acciones variables. El aprovechamiento a resistencia es del 97.23% y a flecha de 85.99%.

| Datos de correas de cubierta | |
|---|---|
| Descripción de correas | Parámetros de cálculo |
| Tipo de perfil: IPE 220 | Límite flecha: L / 300 |
| Separación: 1.20 m | Número de vanos: Un vano |
| Tipo de Acero: S275 | Tipo de fijación: Cubierta no colaborante |

Figura 4-12 Datos de correa de cubierta (CYPECAD 2012)

| Medición de correas | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de correas | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m² |
| Correas de cubierta | 40 | 1048.76 | 0.23 |

Figura 4-13 Medición de correas (CYPECAD 2012)

### 4.4.2 Cálculo de la estructura

La estructura consta de 7 pórticos separados una distancia de 8.33 m, para completar los 50 m de profundidad de la nave. Se unen entre ellos con vigas perimetrales tipo IPE.

Además, son necesarias cruces de San Andrés en los vanos exteriores para reforzar estos primeros pórticos frente a las fuerzas del viento sobre los cerramientos. Los arriostramientos laterales y superiores son perfiles circulares de diámetro 18 mm que solo trabajan a tracción. Se colocan entre los pórticos 2-3 y 3-4.

Los pilares exteriores se seleccionan tipo HEB y aunque con un HE220B cumplirían las comprobaciones de flecha y resistencia es necesario aumentarlos hasta HE400B para que la unión con las vigas sea viable. Los pilares interiores y los refuerzos de los pórticos exteriores contra el viento son de tipo HE240B y siendo este el más ligero viable. En el primer pórtico se tiene en cuenta las cargas que implica la unión con el edificio de oficinas sobre el pilar. Dado que las estructuras se dimensionan por separado, así se puede estudiar el comportamiento de los pilares compartidos.

Los pórticos exteriores o de fachada (2 y 4) son los que soportan la mayor parte de la carga superficial por viento, por lo que se refuerzan con dos pilares a 15 m cada uno de pilar exterior.

La flecha máxima permitida para este tipo de edificación en cada uno de los elementos estructurales es de L/300 y L/700 para las vigas carrileras del puente grúa.

El pandeo de los perfiles se define en función de las articulaciones finales que tengan. Como todos los nudos están empotrados el coeficiente de pandeo es 0.5. Además en el plano xy, puesto que sería el plano donde se alojaría los cerramientos de hormigón en los pilares, se asume que el pandeo está completamente impedido en esta dirección.

### 4.4.3 Puente grúa

El Puente grúa es una máquina de elevación y transporte de elementos pesados, en este caso será necesario para la carga de los moldes para su cambio y mantenimiento. Por el tipo de requerimientos que este iba a tener se ha seleccionado un puente grúa monorraíl para 2.5 T.

Las vigas carril inciden las ruedas de traslación del puente grúa y por tanto debe soportar reacciones verticales, horizontales y longitudinales que se generan en el desplazamiento.

En el catálogo están los valores de las reacciones de las ruedas del carrito en la viga raíl para un puente grúa de las características elegidas (2.5 T). La reacción mínima es de 1930 kg (Rmax) y la máxima de 1930 kg (Rmin).

La geometría del puente grúa se representa en la imagen X, tanto el alzado como la planta con el fin de entender mejor el funcionamiento de este. Así como todos los parámetros geométricos para poder simular el comportamiento en el cálculo estructural.

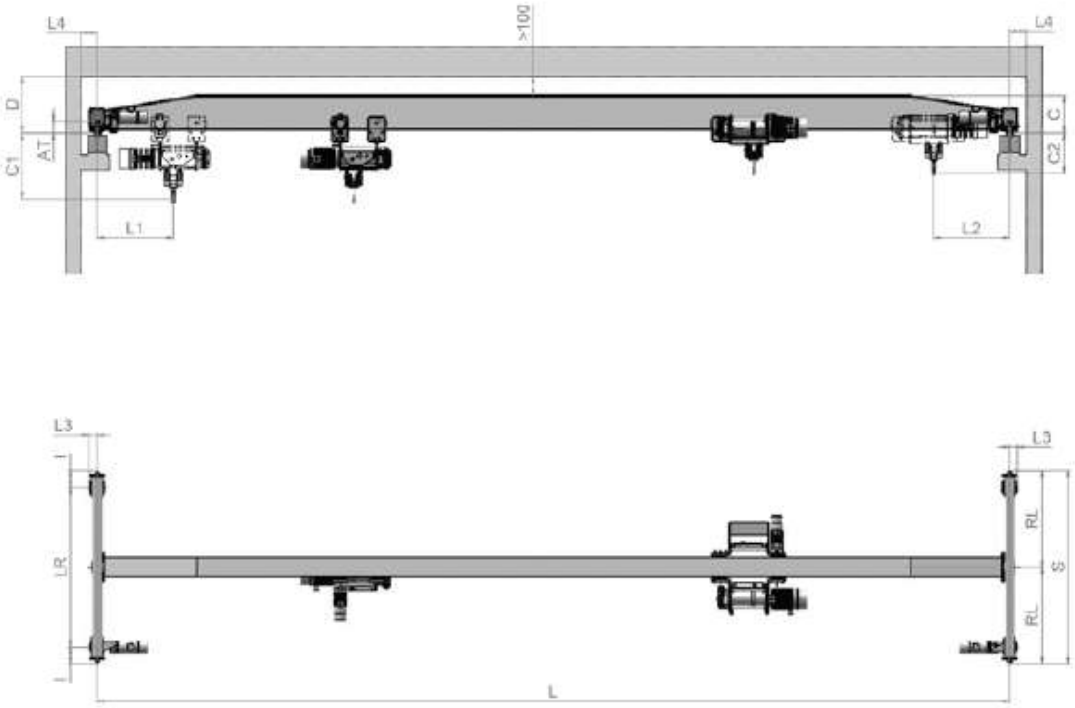



Figura 4-14 Planta y alzado, respectivamente, del puente grúa (Catálogo Jaso Group)

La longitud del puente grúa debe de ser de 30 m que es el ancho que tiene la zona de proceso, y la distancia que hay de pilar a pilar.

Las cargas que el puente grúa ejerce sobre la nave varía con la posición y la dirección de este. Es por ello que debemos resolver el caso más desfavorable sobre la estructura, para validar el diseño. Esta situación se da cuando el puente grúa está frenando en uno de los extremos del puente, generando la carga máxima sobre las ruedas de ese lado y las mínimas sobre las ruedas del lado opuesto.

La viga carrilera para poder permitir el desplazamiento del puente grúa por la nave tiene toda la longitud de esta 50 m. Se apoya sobre ménsulas soldadas a los pilares a una altura de 10.17 m sobre suelo y se utiliza un perfil H.

## 4.5 Cimentaciones

Las zapatas y las vigas de atado son los elementos principales de una cimentación. Se calculará la cimentación de cada edificio por separado y en el caso del pórtico compartido en los pilares donde se apoyan ambas estructuras se optará por la solución de la nave principal, dado que en su cálculo se tuvieron en cuenta las cargas causadas por el edificio de oficinas.

El suelo que soporta la cimentación es una arcilla con grava cuya tensión máxima admisible es 0.2 MPa en situaciones persistentes y 0.3 MPa en situaciones accidentales. Se tienen en cuenta las combinaciones de viento y sismo en el cálculo. Las tensiones transmitidas de las zapatas al suelo en ningún caso supera la máxima admisible.

Como con la estructura el objetivo de diseño era la homogeneidad entre las zapatas y la simplicidad de la geometría, con el fin de abaratar costes.

### 4.5.1 Nave de procesos

En su totalidad, son zapatas cuadradas de diferentes tamaños y profundidad en función del solicitamiento.

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 350.0 cm<br>Canto: 80.0 cm | Sup X: 14Ø16c/25<br>Sup Y: 14Ø16c/25<br>Inf X: 14Ø16c/25<br>Inf Y: 14Ø16c/25 |
| N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 300.0 cm<br>Canto: 70.0 cm | Sup X: 18Ø12c/16<br>Sup Y: 18Ø12c/16<br>Inf X: 18Ø12c/16<br>Inf Y: 18Ø12c/16 |
| N44, N52, N50, N48 y N46 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 275.0 cm<br>Canto: 65.0 cm | Sup X: 16Ø12c/17<br>Sup Y: 16Ø12c/17<br>Inf X: 16Ø12c/17<br>Inf Y: 16Ø12c/17 |

Figura 4-15. Descripción de las zapatas de la nave de procesos

En la planta principal, hay en total, tres tipos diferentes de zapatas, el primero de ellos el de mayor tamaño, corresponde a los pilares de los pórticos 2 y 4, con un ancho de 350 cm y un canto de 80 cm, el segundo modelo es el de los pilares exteriores, cuyo tamaño es intermedio de 300 cm de ancho y 70 cm de canto y el último de ellos los pilares interiores tienen una longitud de 270 cm y un canto de 65 cm

### 4.5.2 Edificio de oficinas

Las zapatas de las oficinas son de menor tamaño. La solicitación es inferior.

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Sup X: 7Ø12c/22<br>Sup Y: 7Ø12c/22<br>Inf X: 7Ø12c/22<br>Inf Y: 7Ø12c/22 |
| N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | X: 7Ø16c/20<br>Y: 7Ø16c/20 |

Figura 4-16. Descripción de las zapatas del edificio de oficinas

El edificio de oficinas tiene dos zapatas diferentes, estas zapatas comparten la misma geometría cuadrada de 150 cm de ancho y 50 cm de canto, pero tienen distinto armado. Los pilares que solo soportan el techo, es decir menos peso, tienen un armado más ligero con un diámetro de 12 cm, mientras que los pilares que soportan dos plantas tienen un armado más pesado con un diámetro de 16 cm.

El consumo total de elementos constructivos de la obra completa es de 165.98 $m^3$ de hormigón y 5511,66 kg de acero B 400 S. En el cálculo se tiene en cuenta un 10% en mermas.

# 5 RESUMEN PRESUPUESTO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **C1** | **OBRA CIVIL** | | **1.542.363,28** | **18,63** |
| -C1.1 | -MOVIMIENTO DE TIERRAS | 184.984,01 | | |
| -C1.2 | -URBANIZACIÓN | 435.969,19 | | |
| --C1.2.1 | --PAVIMENTACIONES | 208.525,26 | | |
| --C1.2.2 | --SANEAMIENTO / PLUVIALES | 59.576,16 | | |
| --C1.2.3 | --CERRAMIENTO PERIMETRAL | 165.059,93 | | |
| --C1.2.4 | --JARDINERÍA | 2.807,84 | | |
| -C1.3 | -NAVE DE PROCESO | 636.153,61 | | |
| --C1.3.1 | --EXCAVACIÓN | 1.726,00 | | |
| --C1.3.2 | --CIMENTACIONES | 37.594,83 | | |
| --C1.3.3 | --ESTRUCTURAS | 297.932,49 | | |
| --C1.3.4. | --ALBAÑILERÍA | 200.300,14 | | |
| --C1.3.5 | --CUBIERTA Y CERRAMIENTO | 82.714,12 | | |
| --C1.3.6 | --CARPINTERÍAS | 15.886,03 | | |
| -C1.4 | -OFICINAS | 285.256,47 | | |
| --C1.4.1 | --EXCAVACIÓN | 371,05 | | |
| --C1.4.2 | --CIMENTACIÓN | 9.908,92 | | |
| --C1.4.3 | --ESTRUCTURA | 48.799,00 | | |
| --C1.4.4 | --ALBAÑILERÍA | 80.051,94 | | |
| --C1.4.5 | --INSTALACÍON ELÉCTRICA | 7.971,83 | | |
| --C1.4.6 | --FONTANERÍA | 7.663,36 | | |
| --C1.4.7 | --SANEAMIENTO | 5.423,77 | | |
| --C1.4.8 | --CLIMATIZACIÓN / CALEFACCIÓN | 30.314,93 | | |
| --C1.4.9 | --CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA | 13.014,10 | | |
| --C1.4.10 | --PINTURAS | 618,38 | | |
| --C1.4.11 | --REVESTIMIENTOS | 58.929,15 | | |
| --C1.4.12 | --CUBIERTA Y FORJADOS | 22.190,04 | | |
| **C2** | **INSTALACIONES** | | **661.509,98** | **7,99** |
| -C2.1 | -AIRE COMPRIMIDO | 42.537,28 | | |
| -C2.2 | -AGUA REFRIGERACIÓN | 127.531,65 | | |
| -C2.3 | -TRANSPORTE NEUMÁTICO | 225.670,00 | | |
| -C2.4 | -ILUMINACION | 15.080,20 | | |
| -C2.5 | -CONTRA INCENDIOS | 58.061,75 | | |
| -C2.6 | -ELECTRICIDAD ALTA TENSIÓN | 77.960,87 | | |
| -C2.7 | -ELECTRICIDAD BAJA TENSION | 111.547,80 | | |
| -C2.8 | -AGUA POTABLE | 3.120,43 | | |
| **C3** | **EQUIPOS** | | **5.959.475,76** | **71,97** |
| **C4** | **SEGURIDAD Y SALUD** | | **62.850,00** | **0,76** |
| **C5** | **GESTIÓN DE RCD** | | **8.576,00** | **0,10** |
| **C6** | **CONTROL DE CALIDAD** | | **45.500,00** | **0,55** |
| | | **TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL** | **8.280.275,02** | |
| | 13,00 % Gastos generales | 1.076.435,75 | | |
| | 6,00 % Beneficio industrial | 496.816,50 | | |
| | | SUMA DE G.G. y B.I. | 1.573.252,25 | |
| | 21,00 % I.V.A. | | 2.069.240,73 | |
| | | **TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA** | **11.922.768,00** | |
| | | **TOTAL PRESUPUESTO GENERAL** | **11.922.768,00** | |

# 6 BIBLIOGRAFÍA


[1] G. 3. d. C. I. d. p. industriales, *Inyectalia,* Sevilla, 2017.

[2] Quiminet.com, «Ventajas y aplicaciones del polietileno de alta densidad,» 2000. [En línea]. Available: https://www.quiminet.com/articulos/ventajas-y-aplicaciones-del-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-2577371.htm.

[3] Ministerio de Fomento, «www.fomento.gob.es,» [En línea]. Available: https://www.fomento.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte/pesos-y-dimensiones/altura-y-anchura-maximas/anchura-maxima. [Último acceso: 21 10 2018].

[4] Neufert, Arte de proyectar en arquitectura, Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1986.

[5] Mariano, «Fuerza de cierre. Tecnologías de los plásticos,» 8 Agosto 2012. [En línea]. Available: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html.

[6] SSB Steady Stream business, «CPVC Plastic injection molding machine SUN-80,» [En línea]. Available: https://www.steady-stream.com/product_page.asp?pid=62.

[7] SSB Steady stream business, «Plastic injection molding machine SUN-110,» [En línea]. Available: https://www.steady-stream.com/product_page.asp?pid=63.

[8] SIepla, *Máquinas de inyección de plásticos,* Barcelona.

[9] ZEISS, [En línea]. Available: https://www.zeiss.es/metrologia/productos/sistemas/mmcs-tipo-puente/accura.html.

[10] ZEISS, *ZEISS ACCURA Specificications,* 2018.

[11] ABB, *IRB 1600,* Vasteras, Sweden, 2018.

[12] UNTHA shredding technology, *RS 4-shaft shredder.*

[13] Ministerio de fomento, «Anchura máxima en el transporte,» [En línea]. Available: https://www.fomento.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte/pesos-y-dimensiones/altura-y-anchura-maximas/anchura-maxima.

[14] Atlas Copco, Manual de aire comprimido 7ª edición.

[15] Atlas Copco, *Compresores de tornillo rotativo con inyección de aceite.*

[16] J. R. Pobo, *Proyecto ejecutivo de las instalaciones de una planta de inyección de plásticos para la fabricación de cubos destinados a la higiene doméstica,* Terrassa, 2014.

[17] Trane. Cooling and heating systems and services, *Enfriadora con compresor de tornillo y condensación por aire Serie R,* Bruselas.

[18] RGS Iberica, «Sistemas de transporte neumátco e instalaciones centralizadas de aspiración,» [En línea]. Available: https://www.daicon.net/images/Transporte-Neumatico.pdf.

[19] Perry, Manual del Ingeniero Químico 6ª edicion, Mc Graw Hill.

[20] B. 303, *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.*

[21] M. d. T. y. A. sSciales, *Real Decreto 486/1997,* BOE, 1994.

[22] P. D. V. Pérez, *Medidas preventivas organizacionales,* Sevilla, 2018.

[23] *DIALux evo manual,* 2016.

[24] C. I. S.A., *CYPE 3D Ejemplo práctico.*

[25] Documento Básico SE-AE, *Seguridad estructural. Acciones en la edificación,* Madrid, 2009.

[26] Atlas Copco, MA.

[27] L. R.-T. y. R. Abascal, *Estructuras metálicas. Tema: Introducción al diseñoy cálculo de estructuras metálicas,* Sevilla, 2017.

[28] L. R.-T. y. R. Abascal, *Estrucuturas metálicas. Tema: Clasificación de secciones,* Sevilla, 2017.

[29] Boletín Oficial del Estado, *Real Decreto 337/2014 Reglamento de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión,* Madrid, 2014.

[30] Área de mecánica defluidos. Universidad de Oviedo, *Instalación de aire comprimido,* Oviedo, 2005.

[31] Tecnyconta, *Cerramentos de fachada,* Zaragoza, 2015.

[32] Jaso group, *Industrial cranes,* Guipúzcua.

# GLOSARIO

ISO: International Organization for Standardization 4

UNE: Una Norma Española 4

CGBT: Cuadro General de Baja Tensión

CT: Centro de Transformación

BIE: Boca de Incendios Equipada

Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Anejos: Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros
Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dpto. Ing. De la Construccion y Proyectos de Ingeniería**
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018

# Índice

# ÍNDICE DE TABLAS

# ÍNDICE DE FIGURAS

# Notación

| | |
|---|---|
| P | Presión |
| V | Volumen |
| T | Temperatura |
| qc | Capacidad del compresor |
| p | Presión |
| $\Delta p$ | Caída de presión |
| l | Longitud |
| d | Diámetro |
| Q | Caudal |
| P | Potencia térmica |
| Cp | Calor específico |
| $\Delta T$ | Incremento de temperatura |
| v | Velocidad |
| A | Área |
| D | Diámetro |
| $\pi$ | Pi |
| $\lambda$ | Pérdidas por fricción |
| Re | Número de Reynolds |
| Kr | Rugosidad equivalente |
| j | Pérdida de carga |
| g | Aceleración de la gravedad |
| H | Altura hidráulica |
| K | Pérdidas de presión |
| Hp | Altura manométrica de bombeo |
| Vdep | Volumen de depósito |
| Vmin | Volumen mínimo |
| Vins | Volumen de la instalación |
| Qs | Densidad de carga de fuego |
| S | Superficie con densidad de fuego |
| Ci | Coeficiente de ponderación |
| Ra | Coeficiente de corrección |
| U | Tensión compuesta |
| Ucc | Tensión de cortocircuito |
| Us | Tensión secundaria |
| I | Intensidad |
| Icc | Intensidad |
| cos | Coseno |
| Q | Consumo |

# 1 AIRE COMPRIMIDO

## 1.1 Caudal

La instalación se dimensionará suponiendo un consumo por máquina de 50 $Nm^3/h$ y 7 bares de presión. Lo que significa un consumo total a la hora sabiendo que hay seis inyectoras en total de 300 $Nm^3/h$. Se usa la ecuación de los gases ideales para pasar el volumen a $m^3/h$, se supone una temperatura de entrada de aire máxima de 35ºC a 1bar.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Despejando:

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2} = \frac{1.013 \times 300 \times (273 + 35)}{273 \times 1} = 342.86\, m^3/h$$

$$\frac{342.86\, m^3/h}{6\, u} = 57.14\, m^3/h$$

Dónde:

P1 es la presión en condiciones normales

V1 es el volumen en condiciones normales

T1 es la temperatura en condiciones normales

P2 es la presión en condiciones de funcionamiento

V2 es el volumen en condiciones de funcionamiento

T2 es la temperatura máxima en condiciones de funcionamiento

Pasamos el caudal a l/s:

$$342.86\, \frac{m^3}{h} \times \frac{1000\, l}{1\, m^3} \times \frac{1\, h}{3600\, s} = 95.24\, l/s$$

$$\frac{95.24\, l/s}{6\, u} = 15.87\, l/s$$

Así en la entrada de cada máquina a 7 bares debe haber 15.87 l/s, o lo que es lo mismo 95.24 l/s en la tubería principal de la distribución.

Además, se tiene en cuenta el aire comprimido necesario para las máquinas de medición por coordenadas de 2Nl/min a 6 bares. Empleando la ecuación X, también se pasa al caudal a l/s.

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{P_2} = \frac{1.013 \times 2 \times (273 + 35)}{273 \times 1} = 2.29\, l/s$$

| MÁQUINA | CONSUMO/U | UNIDADES | CONSUMO TOTAL |
|---|---|---|---|
| INYECTORA | 15.87 | 6 | 95.24 |
| MMC | 2.29 | 2 | 4.57 |
| CONSUMO TALLER | 15 | 4 | 60 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **TOTAL** | **-** | **-** | **159.81** |
| **COEF. SEG (15%)** | **-** | **-** | **184 l/s** |

Tabla 1. Consumo de aire comprimido en la planta

Se añade un coeficiente de seguridad del 15% en caso de posibles cambios en el consumo, como un aumento en la producción.

## 1.2 Presión

Las inyectoras para su correcto funcionamiento necesitan 7 bares de presión en la entrada del sistema, las máquinas MMC y los talleres, por el contrario, necesitan 6 bares en las distintas tomas. Se toma por tanto el valor de presión de las inyectoras como el más limitante, por tener mayor requerimiento.

Para seleccionar un compresor es necesario saber la presión máxima de funcionamiento mínima que este debe tener. El caculo de esta se puede hacer como la suma de las pérdidas de presión en los sistemas y la presión requerida en los puntos de suministro. Se presenta una estimación en la siguiente tabla:

| DESCRIPCIÓN | CAÍDA DE PRESIÓN (bar) |
|---|---|
| Punto final | 7 |
| Filtros | 0.5 |
| Tuberías | 0.2 |
| Enfriador | 0.1 |
| Rango de regulación | 0.5 |
| **Máxima presión compresor** | **8.3** |

Tabla 2. Cálculo de la presión en el compresor [1]

Estos valores son orientativos y experimentales obtenido del Manual de Aire Comprimido de Atlas Copco [1]

## 1.3 Depósito

El tamaño del depósito es función de la capacidad del compresor, el sistema de regulación y el patrón de consumo del aire [1]. El depósito debe contener un sistema de drenaje y el cálculo del volumen se puede hacer como:

$$V = \frac{0.25 \times q_c \times p_1 \times T_0}{f_{max} \times (p_L - p_u) \times T_1} = \frac{0.25 \times 209 \times 1 \times (273 + 40)}{\frac{1}{30} \times 0.5 \times (273 + 30)} = 3238.5\ l$$

Dónde:

V es el volumen del depósito (l)

$q_c$ es la capacidad del compresor (l/s)

$p_1$ es la presión a la entrada del compresor (bar)

$T_1$ es la temperatura máxima de entrada al compresor (K)

$T_0$ es la temperatura del aire comprimido en el depósito (K)

($p_L$-$p_u$) es la diferencia de presión entre la carga y la descarga

## 1.4 Lineas de distribución

Para calcular los diámetros de las tuberías de distribución hace falta conocer el caudal, la presión, la caída de presión permitida y la longitud de la tubería de cada una de ellas. La longitud de las líneas de distribución se toma del plano de la instalación de aire comprimido.

Primero se hará el cálculo para la tubería principal y seguidamente para las tuberías de distribución y transversales. La tubería principal tiene forma de anillo, una longitud total de 156 m de perímetro y debe ser capaz de distribuir 209 l/s (756 $m^3$/h) a 7 bares. Se introducen estos valores en una tabla facilitada por Atlas Copco como se muestra a continuación:

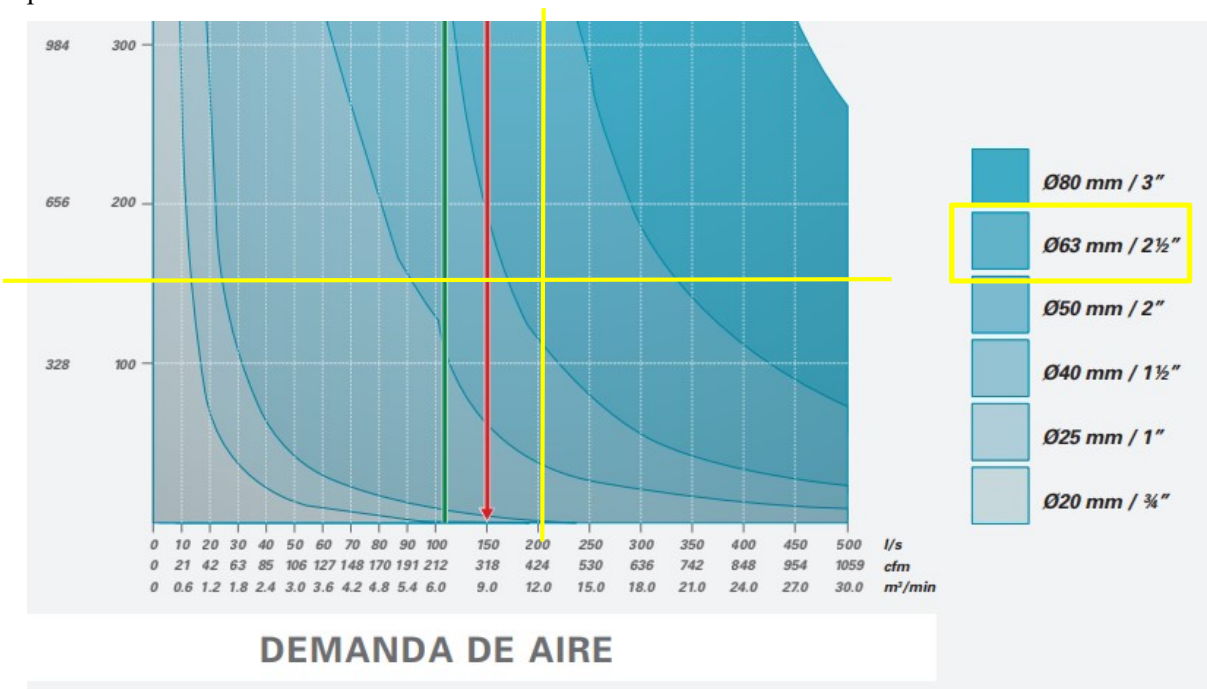



Figura 1-1. Tabla de estimación de diámetro de tuberías en función del caudal y la longitud

Se recomienda para una longitud de tubería de 156 m y 209 l/s un diámetro interior de tubería de 63 mm.

Se recalcula el diámetro de la tubería rectificando la longitud del anillo con la penalización en metros correspondiente a cada componente existente en la línea. Para la suma de metros se tiene en cuenta la válvula inicial de regulación, una te de salida angular y un codo para un diámetro interior de tubería de 80 mm, lo que significa un total de 13.1 m.

| Longitud equivalente en metros | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Diametro interior de la tuberia en mm (d) | | | | | | | | | | |
| Componente | 25 | 40 | 50 | 80 | 100 | 125 | 200 | 250 | 250 | 300 | 400 |
| Válvula de bola totalmente abierta | 0.3<br>5 | 0.5<br>8 | 0.6<br>10 | 1.0<br>16 | 1.3<br>20 | 1.6<br>25 | 1.9<br>30 | 2.6<br>40 | 3.2<br>50 | 3.9<br>60 | 5.2<br>80 |
| Válvula de diafragma totalmente abierta | 1.5 | 2.5 | 3.0 | 4.5 | 6 | 8 | 10 | - | - | - | - |
| Válvula angular totalmente abierta | 4 | 6 | 7 | 12 | 15 | 18 | 22 | 30 | 36 | - | - |
| Válvula de globo | 7.5 | 12 | 15 | 24 | 30 | 38 | 45 | 60 | - | - | - |
| Válvula antirretorno de clapeta | 2.0 | 3.2 | 4.0 | 6.4 | 8.0 | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 32 |
| Codo R = 2d | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.4 | 3.0 | 3.6 | 4.8 |
| Codo R = d | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.3 | 1.6 | 2.0 | 2.4 | 3.2 | 4.0 | 4.8 | 6.4 |
| Ángulo 90° | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 4.5 | 6.0 | 7.5 | 9 | 12 | 15 | 18 | 24 |
| Te, salida en línea | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| Te, salida angular | 1.5 | 2.4 | 3.0 | 4.8 | 6.0 | 7.5 | 9 | 12 | 15 | 18 | 24 |
| Reductor | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.1 | 3.6 | 4.8 | 6.0 | 7.2 | 9.6 |

Figura 1-2. Pérdidas de componentes en longitud equivalente

| COMPONENTE | PENALIZACIÓN (m) |
|---|---|
| Válvula | 7 |
| Te salida angular | 4.8 |
| Codo | 1.3 |
| **TOTAL** | **13.1** |

Tabla 3. Penalización en metros de los componentes

Con la nueva longitud de 170 m, volvemos a entrar en la gráfica anterior y comprobamos que se mantiene el diámetro recomendado para la tubería de distribución

La caída de presión mayor en la línea principal se dará en la toma más lejana al compresor, así pues calculamos el valor que toma en esa posición con la siguiente ecuación:

$$\Delta p = 450 \times \frac{l \times q_c^{1.85}}{d^5 \times p} (bar)$$

Hay seis líneas idénticas del primer tipo que se alimentan del anillo principal y van hacia las máquinas de inyección. Se dimensionará una de ellas asumiendo que son todas iguales. Los datos definidos son un caudal de 15.87 l/s a 7 bares y una longitud de 3 m. De la tabla se obtiene un diámetro interno de ¾" (20 mm).

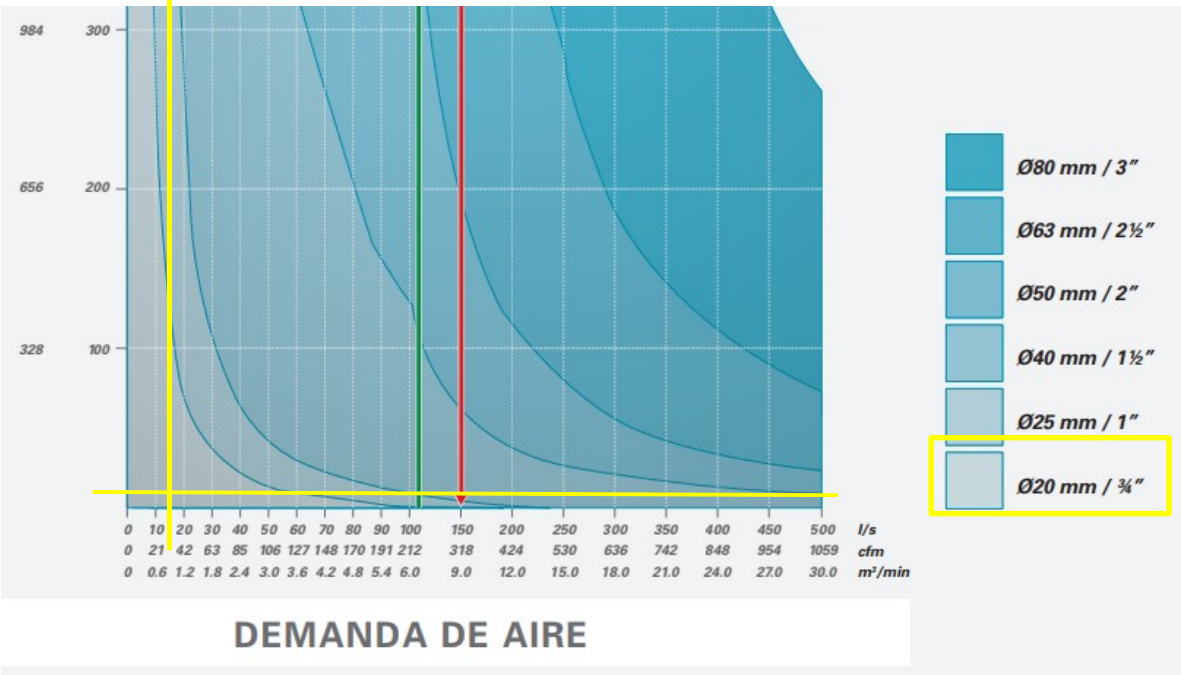



Figura 1-3. Tabla de estimación de diámetro de tuberías en función del caudal y la longitud

Las líneas de servicio que van a las MMC también serán iguales. Se dimensionarán para un caudal de 2.28 l/s, a una presión de 6 bares y una longitud de 8 m. El tamaño de la tubería será de un diámetro exterior de 20 mm (3/4")

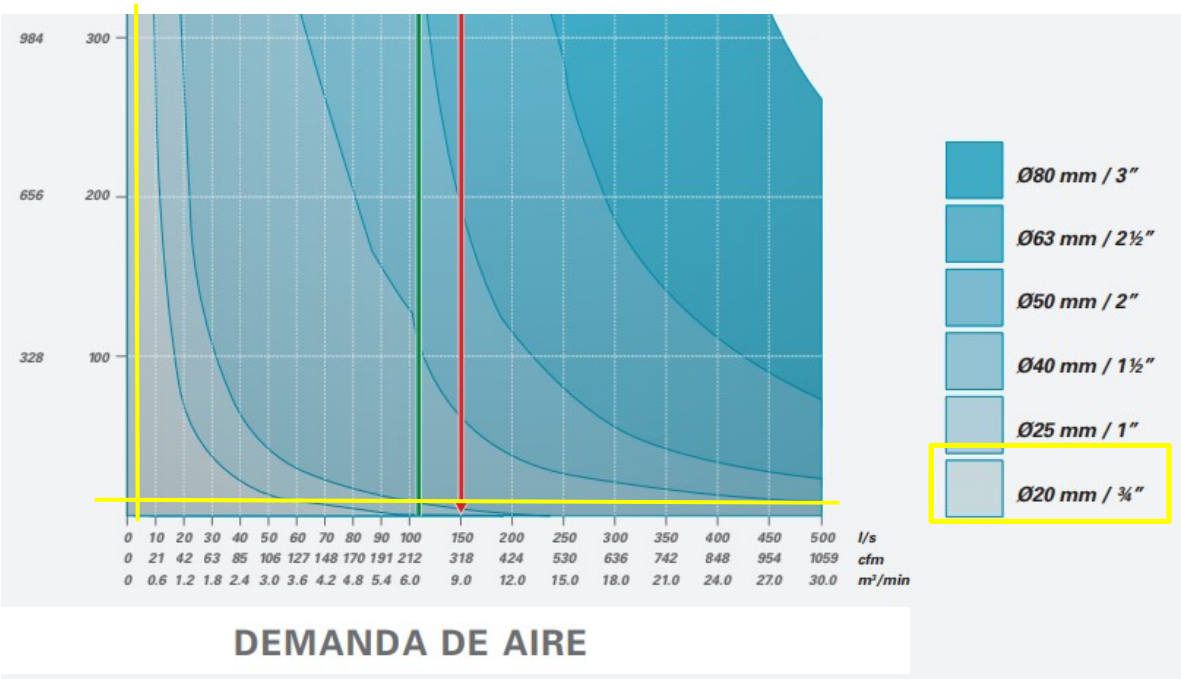



Figura 1-4. Tabla de estimación de diámetro de tuberías en función del caudal y la longitud

Se han definido dos líneas de servicio para el taller de mantenimiento y de calidad. El caudal en estos cuatro puntos dónde podrán conectarse herramientas neumáticas con diferente funcionalidad debe de ser de 15 l/s en cada uno de ellos, lo que significa un caudal de 30 l/s en cada línea de distribución.

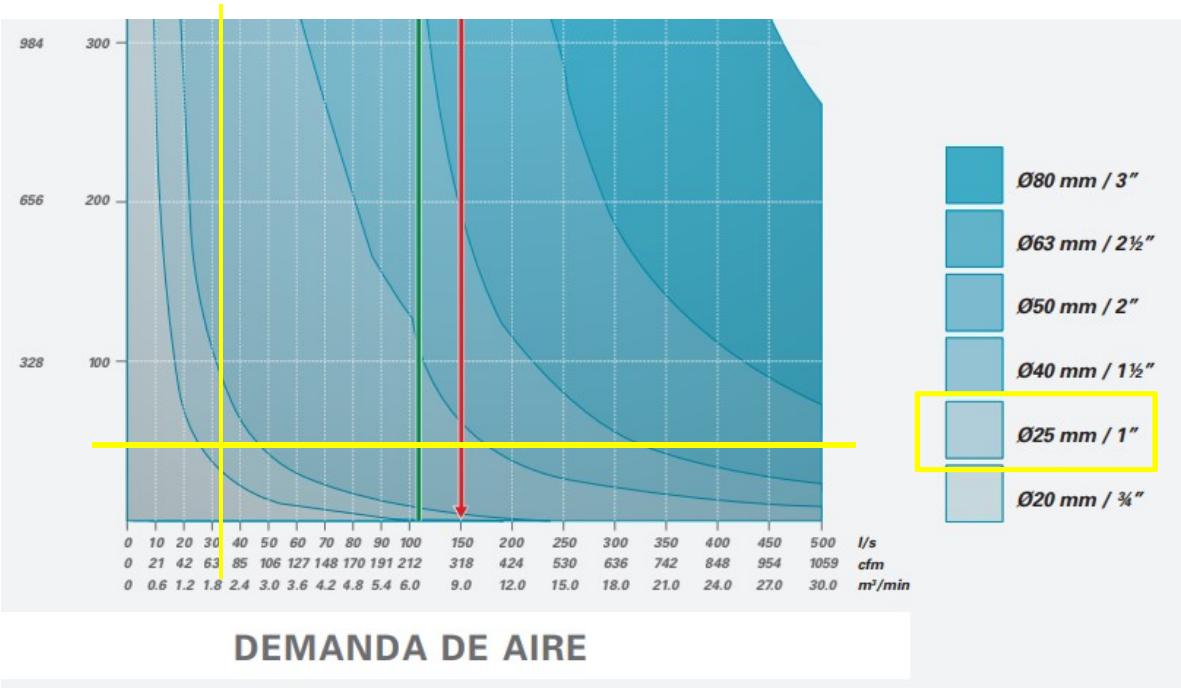



Figura 1-5. Tabla de estimación de diámetro de tuberías en función del caudal y la longitud

# 2 AGUA DE REFRIGERACIÓN

## 3.1 Potencia de refrigeración

La necesidad de agua de las máquinas es de 1.6 l/s para las más grandes, de 1.2 l/s para las medianas y finalmente, de 1.1 l/s para las pequeñas. En total, es necesario un caudal de refrigeración de 7.7 l/s.

$$Q = 2 \times 1.6 + 1.2 + 3 \times 1.1 = 7.7\ l/s$$

La posibilidad de crecimiento de la empresa es un factor a tener en cuenta en el dimensionamiento de las instalaciones, por lo que se aumenta el caudal a 10 l/s, lo que permitiría instalar hasta dos máquinas más sin hacer cambios en el sistema de refrigeración por agua.

Conocido el caudal se puede calcular la potencia térmica a disipar (P) requerida para dicho enfriamiento empleando la siguiente ecuación:

$$P = QCp\Delta T\ (kW)$$

Dónde:

Q es el caudal de agua (l/s)

Cp es el calor específico (4.182 kJ/kgºC)

$\Delta T$ es el incremento de temperatura del agua (ºC)

La temperatura a la entrada de la inyectora está a 10ºC y saldrá a 25ºC, lo que supone una diferencia de temperatura de 15ºC. Con estos datos, se obtiene una potencia térmica de

$$P = 7.7 \times 4.182 \times 15 = 483{,}021\ kW$$

Se deberá instalar un equipo de refrigeración que produzca al menos una potencia de frio de 483,021 kW.

## 2.2 Red de distribucion

El circuito principal de distribución de agua refrigerante desde las bombas de impulsión hasta las máquinas de inyección es un problema de bombeo hidráulico. Para su resolución se plantea el siguiente esquema, donde se identifica un depósito de agua, una bomba y seis puntos de abastecimiento. Se plantea el uso de un único diámetro de tubería para todos los tramos del anillo principal del circuito de impulsión para facilitar el montaje y evitar pérdidas.


Figura 2-1. Representación esquemática de la red hidráulica

Los caudales de salida en cada uno de los puntos son los siguientes:

| PUNTO DE ABASTECIMIENTO | CAUDAL REQUERIDO (l/s) |
|---|---|

| | |
|---|---|
| A-Inyectora grande | 1.6 |
| B-Inyectora grande | 1.6 |
| C-Inyectora mediana | 1.2 |
| D-Inyectora pequeña | 1.1 |
| E-Inyectora pequeña | 1.1 |
| F-Inyectora pequeña | 1.1 |

Tabla 4. Estimación del consumo en los puntos de suministro

La velocidad del agua en los conductos deberá estar entre 0.5 y 3 m/s. Relacionamos el caudal con el diámetro de la tubería. El caudal total en las líneas e impulsión como de cálculo anteriormente es de 10 l/s.

$$Q = vA = v\frac{\pi D^2}{4}$$

Dónde:

Q es el caudal de agua ($m^3/s$)

v es la velocidad del flujo (m/s)

D es el diámetro interior de la tubería (m)

De manera que para un caudal de 0.01 $m^3/s$ (10 l/s) y un diámetro exterior de 80 mm, valor estandarizado, se obtiene una velocidad de 2.04 m/s. Para la resolución de la ecuación se emplea el diámetro interno de la tubería 76 mm.

Las pérdidas en la tubería por fricción se calculan con la ecuación de Colebrook-White para un flujo turbulento.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_e\sqrt{\lambda}} + \frac{k_r}{3.71D}\right)$$

Dónde:

$K_r$ es la rugosidad equivalente que depende del material. En acero k=0.03 mm

Re es el número de Reynolds

λ son las pérdidas por fricción

| RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES | | | |
|---|---|---|---|
| **Material** | **ε (mm)** | **Material** | **ε (mm)** |
| Plástico (PE, PVC) | 0,0015 | Fundición asfaltada | 0,06-0,18 |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio | 0,01 | Fundición | 0,12-0,60 |
| Tubos estirados de acero | 0,0024 | Acero comercial y soldado | 0,03-0,09 |
| Tubos de latón o cobre | 0,0015 | Hierro forjado | 0,03-0,09 |
| Fundición revestida de cemento | 0,0024 | Hierro galvanizado | 0,06-0,24 |
| Fundición con revestimiento bituminoso | 0,0024 | Madera | 0,18-0,90 |
| Fundición centrifugada | 0,003 | Hormigón | 0,3-3,0 |

Figura 2-2. Rugosidad absoluta de materiales

.

Las pérdidas de carga con las pérdidas de fricción se calculan con la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$j = \lambda \frac{V^2}{2gD}$$

Se obtiene con estos datos los siguientes resultados:

$$\lambda = 0.01734 \qquad j = 0.0566\ m/m$$

Las alturas en de los puntos de abastecimiento se pueden definir de la siguiente forma:

$$H_E = H_F + KQ_{EF}^2$$
$$H_D = H_E + KQ_{ED}^2$$
$$H_C = H_D + KQ_{CD}^2$$
$$H_B = H_C + KQ_{BC}^2$$
$$H_A = H_B + KQ_{AB}^2$$
$$H_P = H_A + KQ_{PA}^2 = H_E + KQ_{PA}^2 + KQ_{AB}^2 + KQ_{BC}^2 + KQ_{CD}^2 + KQ_{DE}^2 + KQ_{EF}^2$$
$$H_P = H_1 - KQ_{BOMBA}^2 + H_{BOMBA}$$

Se sustituye el sistema de ecuaciones, por los valores numéricos de la instalación:

| TRAMO | CAUDAL (l/s) | LONGITUD (m) | PÉRDIDAS | $KQ^2$ |
|---|---|---|---|---|
| PA | 10 | 22 | 10049.04 | 1 |
| AB | 8.4 | 10 | 4567.54 | 0.3 |
| BC | 6.8 | 5.5 | 2512.26 | 0.116 |
| BD | 5.6 | 3 | 1370.32 | 0.043 |
| DE | 4.5 | 3 | 1370.32 | 0.028 |
| EF | 3.4 | 3 | 1370.32 | 0.016 |
| 1P | 10 | 4.1 | 1872.78 | 0.187 |

Tabla 5. Cálculo de las pérdidas de presión en cada tramo

Igualando las ecuaciones y despejando la altura de la bomba, se consigue la altura manométrica de bombeo que debe tener la bomba.

$$Hp = 5.82\ m$$

El diámetro será menor a la línea principal puesto que el caudal que transportarán será bastante más reducido.

| TRAMO | CAUDAL (l/s) | DIÁMETRO EXT (mm) | DIÁMETRO INT (mm) | VELOCIDAD (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| A | 1.6 | 40 | 36.4 | 1.54 |
| B | 1.6 | 40 | 36.4 | 1.54 |
| C | 1.2 | 25 | 22.2 | 3.10 |
| D | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| E | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |
| F | 1.1 | 25 | 22.2 | 2.84 |

Tabla 6. Cálculo del diámetro de la tubería y la velocidad del agua

Las tuberías que van a las máquinas mayores tendrán un diámetro exterior de 40 mm (1" ½') y las de las líneas menores de 25 mm (1").

## 2.3 Depósito

Con el fin de asegurar que se satisfagan las necesidades de agua en el suministro se instala un depósito de agua a la salida de la máquina refrigeradora. El volumen de dicho depósito se puede calcular como:

$$V_{dep} = V_{min} - V_{ins}$$

Dónde:

Vdep es el volumen del depósito (l).

Vmin es el volumen mínimo de agua para la instalación (l).

Vinst es el agua contenido en la instalación (l).

El volumen mínimo de agua aconsejado en la instalación es el 10% del caudal de agua aconsejado que debe circular por la máquina frigorífica en una hora (l/h). Puesto que el caudal total es de 10 l/s en una hora será de 36 000 l/h

$$V_{min} = 0.1Q = 0.1 * 36\,000 = 3600\ l$$

Para calcular el volumen de la instalación hay que sumar todos los volúmenes contenidos en esta.

| SISTEMA | DIÁMETRO TUBERIA (mm) | LONGITUD (m) | VOLUMEN ($m^3/s$) | AGUA (l) |
|---|---|---|---|---|
| Grupo refrigerador | - | - | - | 204 |
| Tubería principal | 76 | 100 | 0.45 | 454 |
| Tuberías secundarias | 40/25 | 8/16 | 0.0145 | 15 |
| **TOTAL** | | | | **673** |

Tabla 7. Cálculo del volumen de agua en el circuito

Finalmente, el volumen del depósito será de 2927 l.

$$V_{dep} = 3600 - 673 = 2927\ l$$

# 3 TRANSPORTE NEUMÁTICO

## 3.1 Transporte neumático del PP

Se realiza un cálculo estimado y conservador de la máquina de vacío para el transporte neumáticos de la granza a las inyectoras. Se sigue para ello un método detallado en el Perry [2] con monogramas.

La densidad del PP es de 950 kg/m$^3$. A partir de este dato y con la tabla dela figura 4-1 obtenemos la velocidad de aire que se requiere en el transporte.

TABLA 7-13 Velocidades del aire que se requieren para transportar sólidos de varias densidades de masa*

| Densidad | | Velocidad del aire | | Densidad a granel | | Velocidad del aire | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| lb/ft$^3$ | kg/m$^3$ | ft/min | m/min | lb/ft$^3$ | kg/m$^3$ | ft/min | m/min |
| 10 | 160 | 2900 | 884 | 70 | 1120 | 7700 | 2347 |
| 15 | 240 | 3590 | 1094 | 75 | 1200 | 8000 | 2438 |
| 20 | 320 | 4120 | 1256 | 80 | 1280 | 8250 | 2515 |
| 25 | 400 | 4600 | 1402 | 85 | 1360 | 8500 | 2591 |
| 30 | 480 | 5050 | 1539 | 90 | 1440 | 8700 | 2652 |
| 35 | 560 | 5500 | 1676 | 95 | 1520 | 9000 | 2743 |
| 40 | 640 | 5840 | 1780 | 100 | 1600 | 9200 | 2804 |
| 45 | 720 | 6175 | 1882 | 105 | 1680 | 9450 | 2880 |
| 50 | 800 | 6500 | 1981 | 110 | 1760 | 9700 | 2957 |
| 55 | 880 | 6800 | 2072 | 115 | 1840 | 9900 | 3118 |
| 60 | 960 | 7150 | 2179 | 120 | 1920 | 10500 | 3200 |
| 65 | 1040 | 7450 | 2270 | | | | |

* Con autorización de Flotronics Division, Allied Industries.

Figura 3-1. Velocidad del aire que se requiere para transportar sólidos de varias densidades de masa [2]

Para una densidad de 950 kg/m$^3$ será necesaria una velocidad de 2100 m/min aproximadamente.

En la figura 4-2 (monograma 1) se traza una recta que una la velocidad del aire con el diámetro de tubería, de modo que cuando la línea se extiende interseca a la escala del volumen del aire en un punto dado. El diámetro de la tubería es un valor supuesto, así pues, se entra en un proceso iterativo con los monogramas hasta alcanzar el diámetro adecuado para la capacidad del sistema.

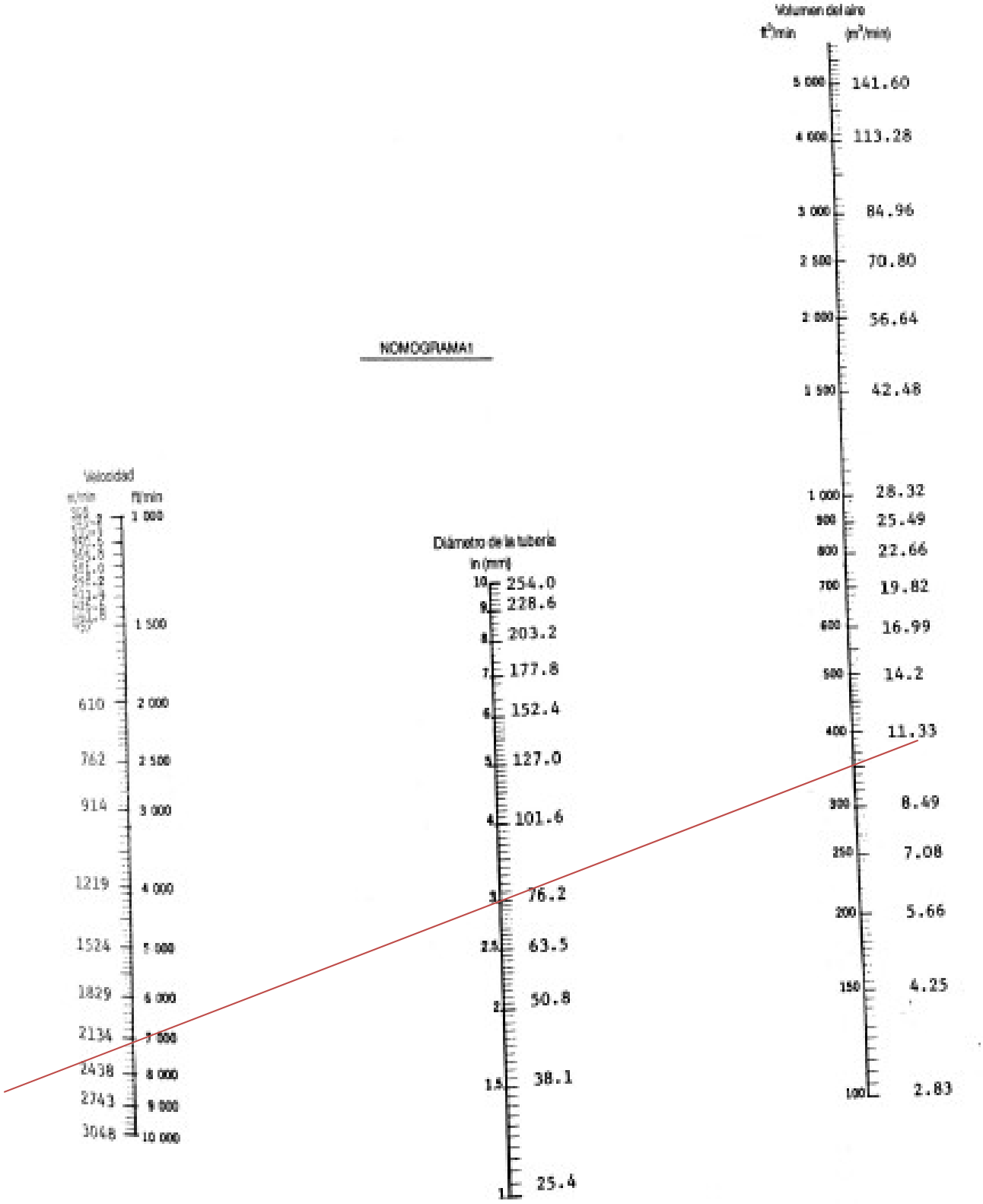



Figura 3-2. Monograma 1

Para un diámetro de tubería de 3” (76.2 mm) se tiene un volumen de aire de 9.91 $m^3$/min.

A continuación se pasa al monograma 2 y en sus escalas respectivas se ubica el volumen de aire obtenido y la capacidad calculada del sistema. Una línea recta entre esos dos puntos interseca en la escala entre ellos el valor de la razón entre ellos. Si esta última sobrepasa el valor de 15, se deberá adoptar en los cálculos un tamaño

mayor de línea.

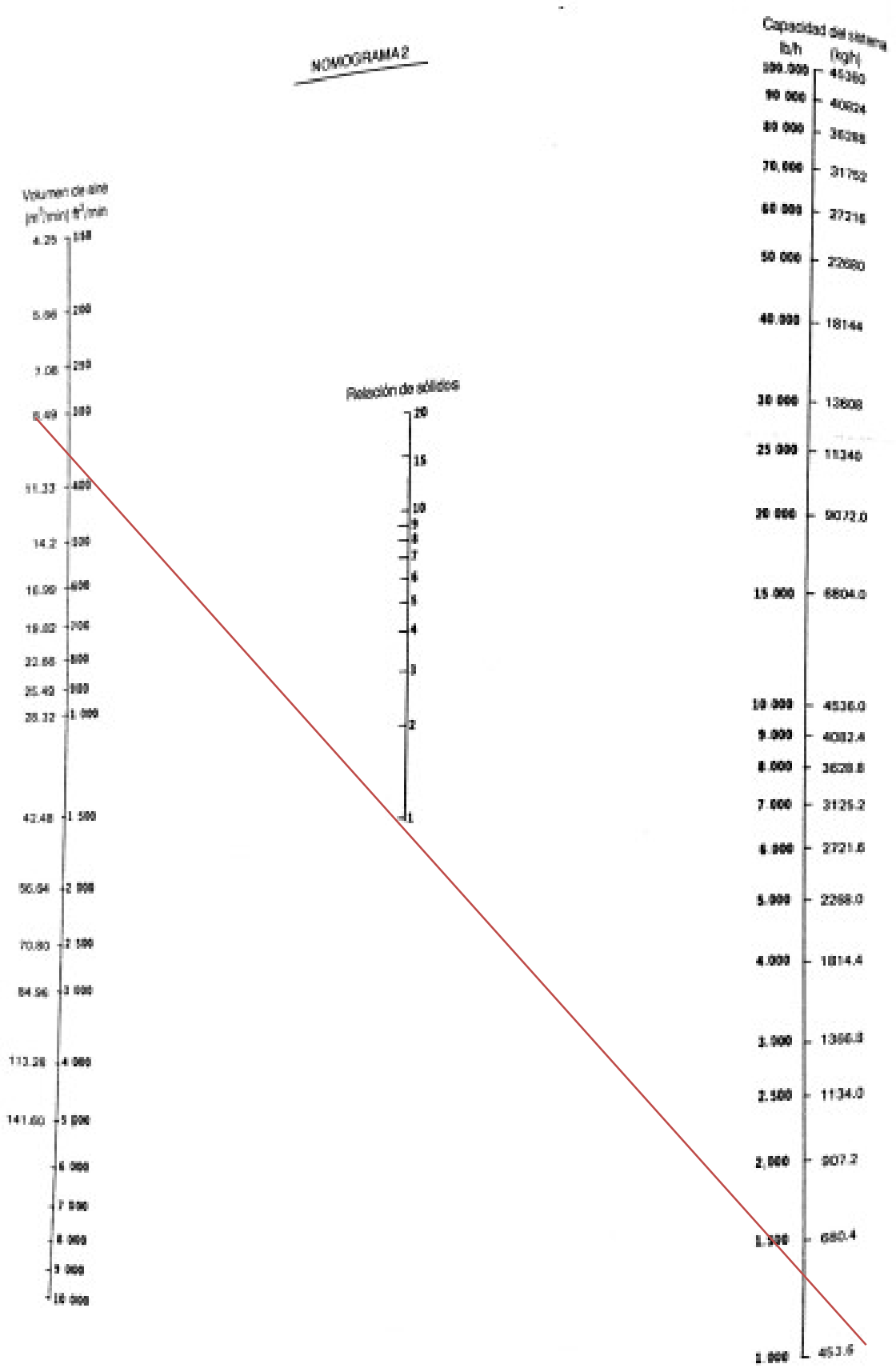



Figura 3-3. Monograma 2

La capacidad se calcula para el caso más restrictivo, es decir, el de mayor demanda en la producción. Se consideran cinco inyectoras funcionando paralelamente, cuyas demandas máximas son:

| INYECTORA | CONSUMO/UNIDAD (kg/h) | UNIDADES | CONSUMO (kg/h) |
|---|---|---|---|
| **Pequeña** | 35 | 2 | 70 |
| **Mediana** | 65 | 1 | 65 |
| **Grande** | 280 | 2 | 560 |
| **TOTAL** | - | 5 | **695** |

Tabla 8. Consumo de material por cada inyectora

Se dimensiona la instalación para un consumo de 700 kg/h. La relación de sólidos es, por tanto, de 1.

En el monograma 3, se relaciona el diámetro de la tubería y el volumen del aire determinado en el monograma 1. La línea entre esos dos puntos da el factor de diseño o P100.

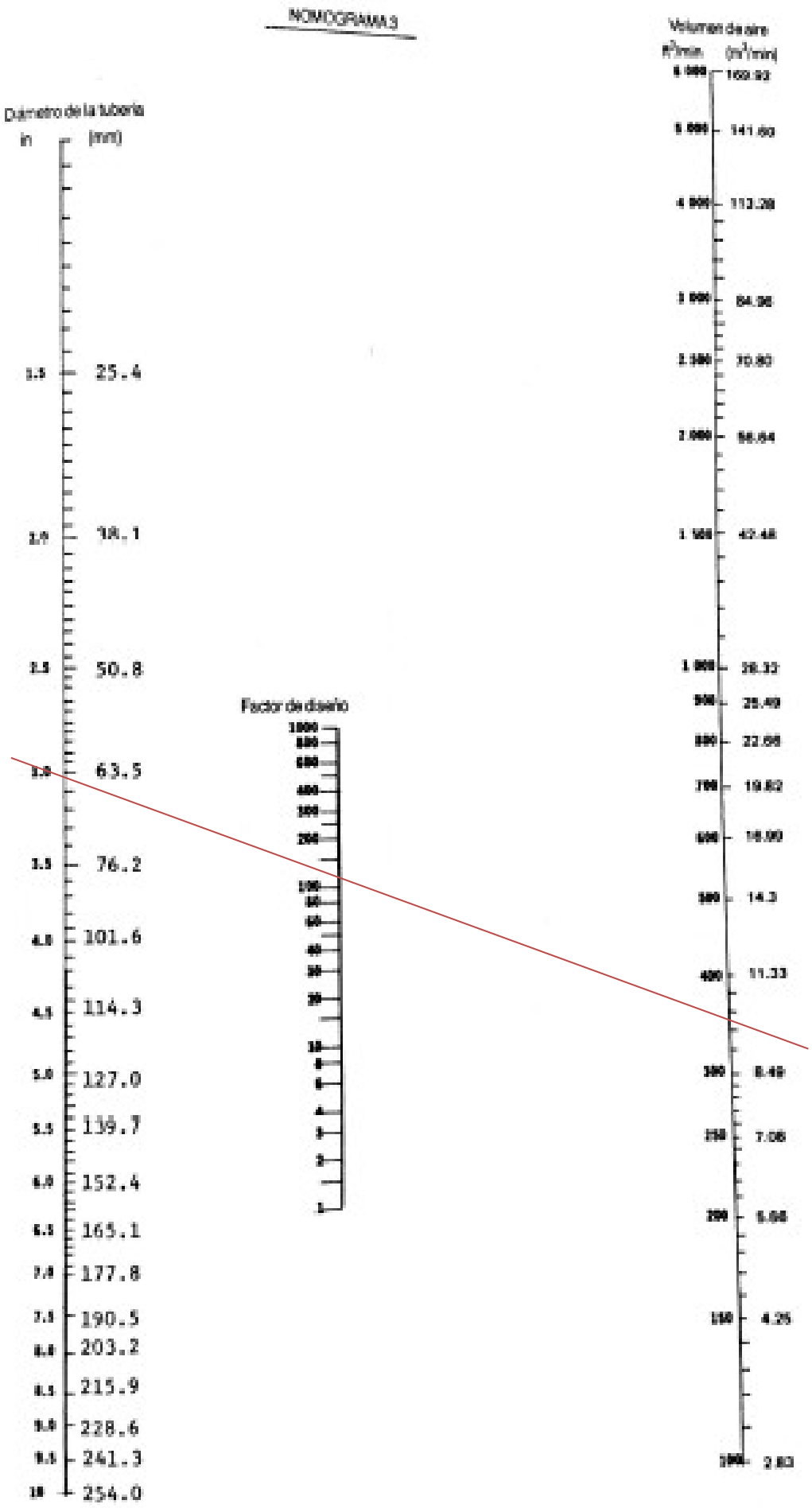

NOMOGRAMAS
Diámetro de la tubería
in
(mm)
25.4
38.1
50.8
63.5
76.2
101.6
114.3
127.0
139.7
152.4
165.1
177.8
190.5
203.2
215.9
228.6
241.3
254.0
Factor de diseño
Volumen de aire
ft³/min
(m³/min)
169.92
141.60
113.28
84.96
70.80
56.64
42.48
28.32
25.49
22.66
19.82
16.99
14.3
11.33
8.49
7.08
5.66
4.25
2.83

Figura 3-4. Monograma 3

El factor de diseño es 120.

En el monograma 4, el factor de diseño y la longitud calculada se unen con una línea que debe intersectar con la línea pivote del centro. A continuación, se conecta este punto de la línea pivote con la razón de sólidos y se lee la pérdida de presión del sistema. La longitud de toma de los planos de la instalación (47.3 m), con la penalización de 2 codos de 90ª (15.2 m). Se aproxima a una longitud de 70 m.

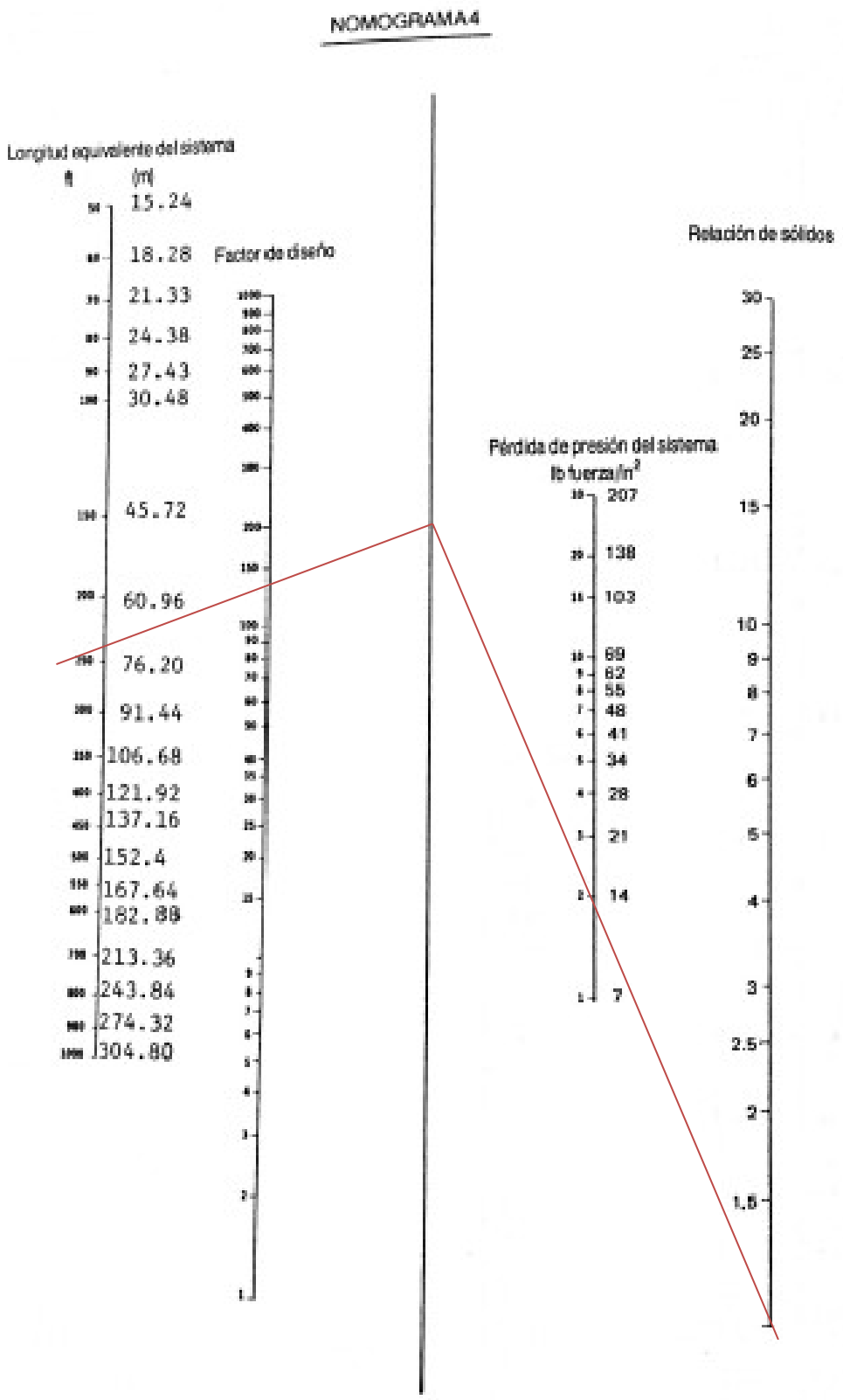



Figura 3-5. Monograma 4

La pérdida de presión del sistema es 2 lb fuerza/in$^2$.

El último monograma, el 5, sirve para estimar la potencia requerida por la máquina de vacío. Se localiza la perdida de presión y el volumen de aire y se traza una recta, dicha recta intersecta con la escala de potencia requerida en hp.

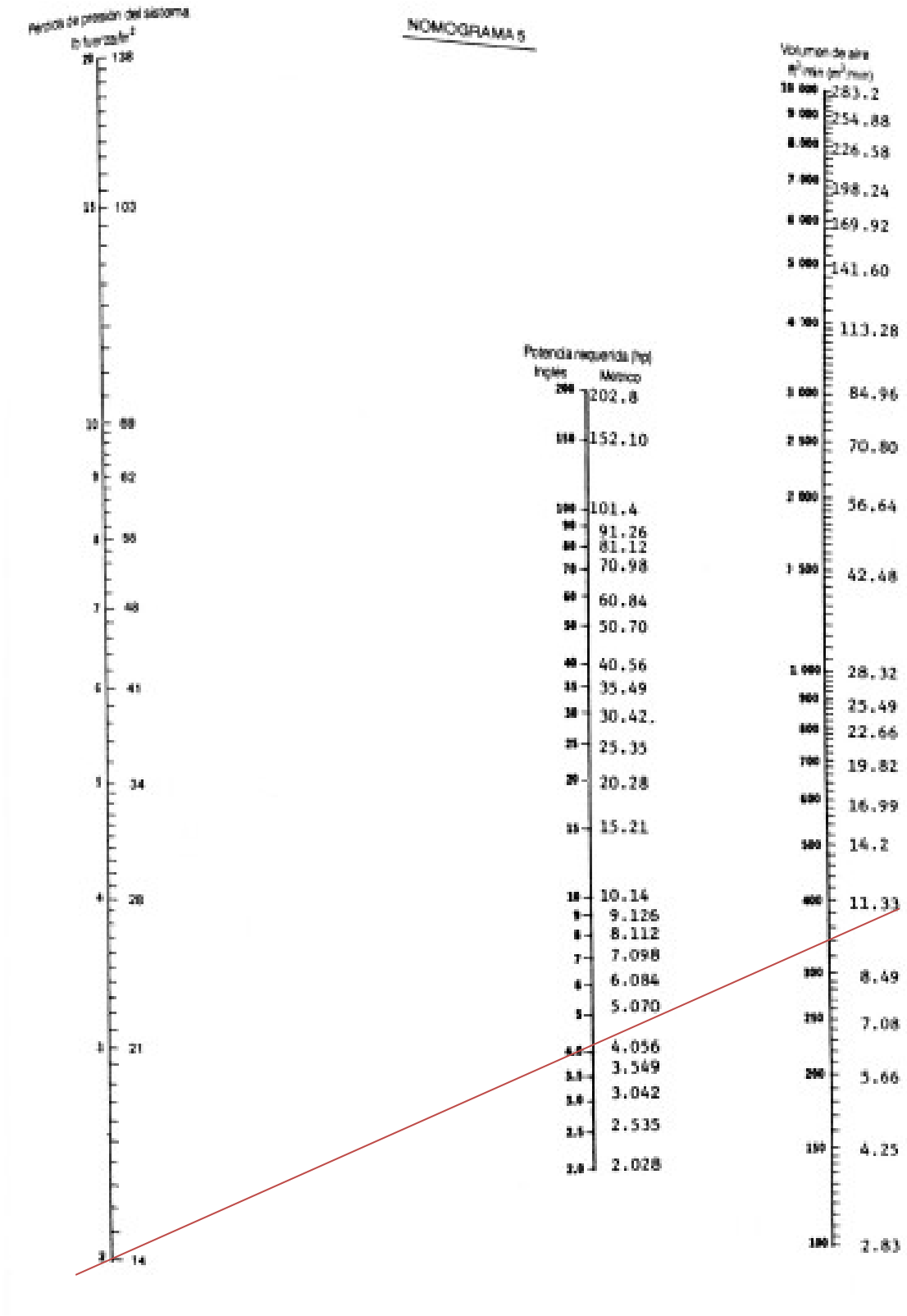



Figura 3-6. Monograma 5

La potencia requerida es de 2 hp.

## 3.2 Transporte neumático de PEAD

El cálculo de la instalación del transporte neumático para el PEAD, se realiza siguiendo los mismos pasos que para el transporte de PP.

La densidad de esta granza es de 950 kg/$m^{3,}$ de manera, que la velocidad del aire requerida siguiendo la tabla de la imagen x de 2100 m/min. Se elige el diámetro de tubería que dé el mínimo caudal de aire permitido para esta velocidad. El diámetro es de 1,7 in y el caudal de 2.83 $m^3$/min.

El consumo de PP por la máquina pequeña destinada a la inyección de piezas de este material es de 70 kg/h. El resto de parámetros no se pueden estimar con los monogramas, por su reducido tamaño. Razón por la que se sobreentiende que se utilizara la máquina de vacío de menos potencia admisible.

# 4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## 4.1 Nivel de riesgo intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector se evalúa calculando una expresión matemática que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de dicho sector. Para actividades de producción, transformación y reparación, se utiliza:

$$Qs = \frac{\Sigma q_i S_i C_i}{A} Ra$$

Dónde:

$Q_s$: densidad de carga de fuego ponderada y corregida, del sector o área de incendio (MJ/m² o Kcal/m²).

$q_{si}$: es la densidad de fuego de cada zona de proceso según los procesos que se realizan (MJ/$m^2$).

$S_i$: superficie con densidad de fuego $q_{si}$ ($m^2$).

Ci: coeficiente de ponderación de la peligrosidad de cada combustible.

A, superficie total del sector de incendio ($m^2$);

Ra, coeficiente de corrección del grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector del área del incendio [3]

Los coeficientes de peligrosidad por combustibilidad, Ci, de cada combustible puede deducirse de la tabla 1.1 en el BOE, num 303 [3].

Para las actividades de almacenamiento, se emplea una ecuación similar:

$$Qs = \frac{\Sigma q_{vi} S_s C_i h_i}{A} Ra$$

Dónde:

$h_i$: altura del almacenamiento de cada combustible (m)

$q_v$: carga de fuego en (MJ/$m^3$).

El sector 1 es el más amplio y está compuesto por varios espacios. Aquellos destinados a actividades de almacenamiento son el almacén de productos terminados y el almacén de materias primas. Los espacios destinados a la producción, transformación o reparación son la nave de procesos, el taller de mantenimiento y el taller de calidad. Se calcula el nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los espacios por separado y posteriormente se hará el balance global del sector.

### 4.1.1 Nave de proceso

| Actividad: producción | Comentario | S ($m^2$) | qs (MJ/$m^2$) | Ci | Ra | qs*Si*Ci*Ra |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Materiales sintéticos | Granza en las tuberías y tolvas | 10 | 2000 | 1.3 | 2 | 52000 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Materias sintéticas inyectadas | Palet con piezas fabricadas | 18 | 500 | 1.3 | 1.5 | 23400 |
| Sacos de plástico | Plástico triturado en bigbag | 100 | 600 | 1.3 | 2 | 156000 |
| Resinas sintéticas | Resinas en tolvas | 5 | 3400 | 1.3 | 2 | 44200 |

Tabla 9. Cálculo de riesgo intrínseco de la nave de proceso

Se toma como Ra el valor 2.

### 4.1.2 Taller de mantenimiento

| Actividad: producción | Comentario | S ($m^2$) | qs ($MJ/m^2$) | Ci | Ra | qs*Si*Ci*Ra |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Taller de reparación | Taller de mantenimiento | 75 | 400 | 1.3 | 1 | 39000 |

Tabla 10. Cálculo del riesgo intrínseco del taller de mantenimiento

### 4.1.3 Taller de calidad

| Actividad: producción | Comentario | S ($m^2$) | qs ($MJ/m^2$) | Ci | Ra | qs*Si*Ci*Ra |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Taller de reparación | Taller de calidad | 75 | 400 | 1.3 | 1 | 19500 |

Tabla 11. Cálculo del riesgo intrínseco del taller de calidad

### 4.1.4 Almacén de materias primas

| Actividad: almacén | Comentario | S (m^2) | hi | Qv | Ci | Ra | qv*Si*hi*Ci |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Resinas sintéticas | Aditivos | 52,5 | 5 | 4200 | 1,3 | 2 | 1102500 |
| Tintas | Colorante para la granza | 52,5 | 5 | 200 | 1,3 | 1 | 52500 |
| Cartón | Cajas para embalajes | 21 | 4 | 1010 | 1,3 | 1,5 | 84840 |

Tabla 12. Cálculo del riesgo intrínseco del almacén de materias primas

Se toma como Ra el valor 2.

### 4.1.5 Almacén de productos terminados

| Actividad: almacén | Comentario | S (m^2) | hi | qv | Ci | Ra | qv*Si*hi*Ci |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Materias sintéticas, articulos de | Piezas terminadas | 270 | 7 | 800 | 1,3 | 1,5 | 1512000 |

Tabla 13. Cálculo de riesgo intrínseco de almacén de productos terminados

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o conjunto de sectores de incendio de un establecimiento industrial, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida [3].

$$Qe = \frac{\Sigma Q_{si} A_i}{\Sigma A}$$

| ÁREA | AREA ($m^2$) | Qs ($Mj/m^2$) | Qe ($Mj/ m^2$) |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| Producción | 1500 | 184 | |
| Taller de mantenimiento | 150 | 260 | |
| Taller de calidad | 150 | 130 | 2066 |
| Almacén de productos terminados | 450 | 5040 | |
| Almacén de materias primas | 210 | 11808 | |

Tabla 14. Cálculo del riesgo intrínseco del sector 1

A partir de la tabla 1.3 del BOE, num 303, obtenemos e nivel de riesgo intrínseco con el valor de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida. Para una carga de 2066 Mj/m$^2$ el nivel de riesgo intrínseco es medio 5.

| Nivel de riesgo intrínseco | | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|---|---|---|---|
| | | Mcal/m$^2$ | MJ/m$^2$ |
| BAJO | 1 | $Q_s \leq 100$ | $Q_s \leq 425$ |
| | 2 | $100 < Q_s \leq 200$ | $425 < Q_s \leq 850$ |
| MEDIO | 3 | $200 < Q_s \leq 300$ | $850 < Q_s \leq 1.275$ |
| | 4 | $300 < Q_s \leq 400$ | $1.275 < Q_s \leq 1.700$ |
| | 5 | $400 < Q_s \leq 800$ | $1.700 < Q_s \leq 3.400$ |
| ALTO | 6 | $800 < Q_s \leq 1.600$ | $3.400 < Q_s \leq 6.800$ |
| | 7 | $1.600 < Q_s \leq 3.200$ | $6.800 < Q_s \leq 13.600$ |
| | 8 | $3.200 < Q_s$ | $13600 < Q_s$ |

Figura 4-1. Tabla 1.3 RD2267/2004

Se comprueba que la máxima superficie construida admisible sea superior a la superficie del sector 1. Dado que la superficie total del sector 1 es 2460 m$^2$ y la máxima admisible para una configuración de establecimiento tipo C y nivel de riesgo medio 5 es 3500 m$^2$, se considera válida la sectorización elegida.

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | Configuración del establecimiento | | |
|---|---|---|---|
| | TIPO A (m$^2$) | TIPO B (m$^2$) | TIPO C (m$^2$) |
| 4 | 400 | 3000 | 4000 |
| 5 | 300 | 2500 | 3500 |
| ALTO | NO ADMITIDO | (3) | (3)(4) |
| 6 | | 2000 | 3000 |
| 7 | | 1500 | 2500 |
| 8 | | NO ADMITIDO | 2000 |

Figura 4-2. Tabla 2.1 RD 2267/2004

## 4.2 Estabilidad al fuego

El comportamiento frente al fuego de un material viene determinado por las características del mismo, o lo que es lo mismo, su reacción al fuego. Las condiciones de la reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justifican, en primer lugar, mediante la clase que deben alcanzar conforme a la norma UNE-EN 13501-1 para materiales marcados con CE y, en segundo lugar, mediante la clasificación que establece la norma UNE-23727:1990.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes de acuerdo a la tabla 2.2 del RD 267/2004, para un nivel de riesgo medio y una edificación tipo C en una planta sobre rasante debe de ser EF-60 y una

resistencia R60.

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | TIPO A | | TIPO B | | TIPO C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante |
| BAJO | R 120 (EF -120) | R 90 (EF - 90) | R 90 (EF - 90) | R 60 (EF - 60) | R 60 (EF - 60) | R 30 (EF - 30) |
| MEDIO | NO ADMITIDO | R 120 (EF-120) | R 120 (EF-120) | R 90 (EF - 90) | R 90 (EF - 90) | R 60 (EF - 60) |
| ALTO | NO ADMITIDO | NO ADMITIDO | R 180 (EF -180) | R 120 (EF -120) | R 120 (EF -120) | R 90 (EF- 90) |

Figura 4-3. Tabla 2.2 RD 2267/2004

Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre y cuando disponga de un sistema de extracción de humos, se podrá adoptar los siguientes valores:

| Nivel de riesgo intrínseco | Tipo B | Tipo C |
|---|---|---|
| | Sobre rasante | Sobre rasante |
| Riesgo bajo | R15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 30 (EF-30) | R15 (EF-15) |
| Riego alto | R 60 (EF-60) | R30 (EF-30) |

Figura 4-4. Tabla 2.3 del RD 2267/2004

La tabla 2.3 será también de aplicación a las estructuras principales de cubiertas ligeras que soporten un puente grúa.

En edificios de una sola planta con cubierta ligera, cuando la superficie total del sector de incendios esté protegida por una instalación de rociadores automáticos y un sistema de evacuación de humos, los valores de la estabilidad al fuego de las estructuras portantes podrán adoptar los siguientes valores [3]:

| Nivel de riesgo intrínseco | Edificio de una sola planta | | |
|---|---|---|---|
| | Tipo A | Tipo B | Tipo C |
| Riesgo bajo | R 60 (EF-60) | NO SE EXIGE | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 90 (EF-90) | R 15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo alto | NO ADMITIDO | R 30 (EF-30) | R15 (EF-15) |

Figura 4-5. Tabla 2.4 del RD 2267/2004

Por tanto, en el establecimiento industrial no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura portante, si se instalan rociadores automáticos y un sistema de evacuación de humos.

La resistividad al fuego de los elementos constructivos del cerramiento se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante, R
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E
- Aislamiento térmico I

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2, es decir R-60 (EF-60). Las puertas de paso

entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio

## 4.3 Evacuación de los establecimientos industriales

La ocupación se un establecimiento industrial se calcula a partir del número de trabadores que ocupa el sector de incendio. Se ha estimado un total de 27 personas trabajando simultáneamente en el sector, de manera que:

$$p < 100$$

$$P = 1.1p = 29.7 \rightarrow 30\ personas$$

Se aplica el DB-SI Seguridad en caso de incendios

El ancho de las puertas no debe ser menos que 0,60 m ni exceder 1,23 m Para un nivel de riesgo medio, con dos salidas alternativas no se debe superar la longitud de recorrido de 50 m...

Se ubicarán señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas tendrán una señal con el rótulo "Salida"
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en las salidas de uso previsto exclusivamente en caso de emergencia.
- Disposición de señales indicativas de los recorridos
- En las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse una señal de "Sin salida"

Las señales deben ser visibles incluso en un fallo en el alumbrado normal.

### 4.3.1 Ventilación e iluminación

Dispondrá de un sistema de evacuación de humos por ser un sector con actividad de producción con un nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie construida superior a 2000 $m^2$. La ventilación será natural, de manera, que dispondrá de huecos uniformemente repartidos en la parte alta del sector. Estos huecos deberán ser practicables de manera manual o automática. Se dispondrán, además de huecos en para la entrada del aire en la parte baja del sector, con la misma superficie que os huecos de salida

### 4.3.2 Almacenamiento

Se dispone en los almacenes un Sistema de estanterías metálicas y manuales. Las estanterías metálicas sobre rasante operadas manualmente deberán adoptar para un nivel de riesgo intrínseco del sector medio R15 (EF-15) en caso de no existir rociadores de agua, o en caso de si tener, no se exige ninguna resistencia al fuego.

Los recorridos o espacios de evacuación deberán tener al menos un metro.

## 4.4 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

Se instalará un sistema manual de alarma de incendios, por ser un sector con actividad de producción y tener una superficie superior a 1000 $m^2$.

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para dar servicio de caudal, presión y reserva a la red de hidrantes exteriores y los rociadores automáticos. Cuando en una instalación coexistan varios sistemas, el caudal y la reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que se establece,

- Caudal mínimo exigible = sistema con mayor caudal

- Reserva mínima exigible = sistema que requiera mayor reserva de agua

| Configuración de la zona de incendio | Superficie del sector o área de incendio ($m^2$) | Riesgo Intrínseco | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Bajo | Medio | |
| A | ≥ 300<br>≥ 1000 | NO<br>SÍ* | SÍ<br>SÍ | |
| B | ≥ 1000<br>≥ 2500<br>≥ 3500 | NO<br>NO<br>SÍ | NO<br>SÍ<br>SÍ | SÍ<br>SÍ<br>SÍ |
| C | ≥ 2000<br>≥ 3500 | NO<br>NO | NO<br>SÍ | SÍ<br>SÍ |
| D o E | ≥ 5000<br>≥ 15000 | SÍ<br>SÍ | SÍ<br>SÍ | SÍ |

Figura 4-6. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. El agente extintor utilizado será de acuerdo con el apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios aprobado por el RD 1942/1993.

| Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio | Eficacia mínima del extintor | Área máxima protegida del sector de incendio |
|---|---|---|
| Bajo | 21A | Hasta 600 $m^2$ (un extintor más por cada 200 $m^2$, o fracción, en exceso). |
| Medio | 21A | Hasta 400 $m^2$ (un extintor más por cada 200 $m^2$, o fracción, en exceso). |
| Alto | 34A | Hasta 300 $m^2$ (un extintor más por cada 200 $m^2$, o fracción, en exceso). |

Figura 4-7. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A

En total será necesarios 11 extintores repartidos se la siguiente manera:

- Nave proceso: 6 extintores
- Almacén de materias primas: 1 extintores
- Almacén de productos terminados: 2 extintores
- Vestuarios y comedor: 2 extintores

El emplazamiento de los extintores debe permitir que sean fácilmente visibles y accesibles, de forma que desde cualquier punto del sector a un extintor no debe de haber una distancia superior a 15 m.

Se instalarán bocas de incendios equipadas, que deberán cumplir:

| NIVEL DE RIESGO INTRINSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL | TIPO DE BIE | SIMULTANEIDAD | TIEMPO DE AUTONOMÍA |
|---|---|---|---|
| BAJO | DN 25 mm | 2 | 60 min |
| MEDIO | DN 45 mm* | 2 | 60 min |
| ALTO | DN 45 mm* | 3 | 90 min |

Figura 4-8. Condiciones hidráulicas de las BIE

La instalación contra incendios deberá de abastecer de agua los rociadores de la planta y a dos bies ubicados en la nave de procesos.

En cuanto a las bies, la presión debe estar entre 2-5 bares. Para un caudal de 12 m3/h y una simultaneidad de dos BIES, el caudal requerido es de 24 m3/h, que para una autonomía de 60 min (1h), será necesaria una reserva de 24 $m^3$.

| TIPO | Caudal (m³/h) | Simultaneidad | Presión mínima* (Bar) |
|---|---|---|---|
| 25 mm | 6 | 2 | 2 |
| 45 mm | 12 | 2-3 | 2 |

(*) Presión dinámica mínima en el orificio de salida.

Figura 4-9 Característica de una BIE (Ebara, [4])

$$Q_B = 2x12 = 24\frac{m^3}{h}$$

$$R_B = 24\ m^3$$

En total, hay 5 bies distribuidas en el interior de la planta para garantizar una distancia máxima entre ellas de 50 metros y de 25 m desde cualquier punto a una de ellas.

Los rociadores de acuerdo de la UNE-EN 12845:2016 [5] y a la condición de estabilidad al fuego mencionada anteriormente, se repartirán por toda la planta. Como el abastecimiento de agua se usa para otros sistemas de lucha contra incendios se debe garantizar una capacidad de agua suficiente para 60 min en las zonas de producción y 90 min en los almacenes. La presión no debe exceder en ningún punto los 12 bar. El área de influencia de cada rociador, responde la siguiente imagen.

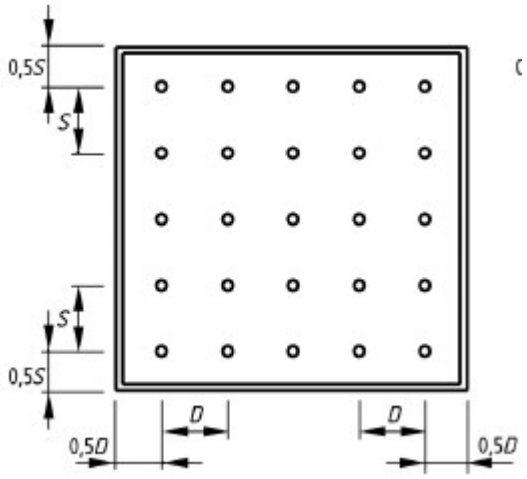



Figura 4-10 Separación para rociadores de techo

Dónde S y D tienen un valor de 4 m.

El volumen de agua mínimo para un sistema de riesgo ordinario grupo 3 (RO3) y una altura inferior a 15 m es de 135 m$^3$. Dicho volumen de agua debe reservarse únicamente para el uso del sistema de rociadores.

Cuando coexisten un sistema de bies y otro de rociadores automáticos el caudal de agua requerido es el de los rociadores automáticos y la reserva de agua necesaria la de los rociadores automáticos

Se dimensiona, por tanto, un depósito con capacidad suficiente para almacenar un volumen de agua de 135000 l.

$$V = \frac{\pi D^2}{4}xh = \frac{\pi 5^2}{4}x6.9 = 135.5\ m^3$$

El tanque de agua contra incendios tendrá un diámetro de 5 m y un altura de 6.8 m, alojando un volumen total de 133500 l.

# 5 ILUMINACIÓN

"La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para la seguridad y salud." Real Decreto 486/1997 [5]

La iluminación de cada parte deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, atendiendo a los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependiente de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales desarrolladas. Es decir, no necesitarán los mismos lúmenes la zona de procesos de la de oficinas porque en ellas se realizan tareas con diferentes exigencias de visibilidad.

## 5.1 Nivel de iluminacion

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural y en caso de que esta no sea suficiente se completará con luz artificial. En tales casos, la iluminación general es preferible frente a la localizada para el confort de los usuarios.

Los niveles mínimos de iluminación están establecidos por el RD 486/97 con la siguiente tabla.

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---|---|
| Zonas donde se ejecuten tareas con: | |
| 1.º Bajas exigencias visuales | 100 |
| 2.º Exigencias visuales moderadas | 200 |
| 3.º Exigencias visuales altas | 500 |
| 4.º Exigencias visuales muy altas | 1.000 |
| Áreas o locales de uso ocasional | 50 |
| Áreas o locales de uso habitual | 100 |
| Vías de circulación de uso ocasional | 25 |
| Vías de circulación de uso habitual | 50 |

Figura 5-1. Nivel mínimo de iluminación exigible

Definiremos el nivel mínimo de cada zona en función de la exigencia de la tarea desempeñada en dicha área. Se duplicarán estas medidas cuando un error de apreciación visual durante el trabajo pueda suponer un peligro para el trabajador o para terceros.

Además, deberá cumplirse:

- una distribución de los niveles de iluminación lo más uniforme posible
- mantener los niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias de la tarea, evitando variaciones bruscas
- evitar los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial
- evitar deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes
- no utilizar fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, profundidad o distancia entre objetos que puedan dar a efectos estroboscópicos [5].

En base a la tabla X asignaremos un nivel de iluminación mínimo para cada estancia. Se definirá un valor diferente para cada sala atendiendo a la tarea con en esta se desempeñe y las exigencias visuales que dicha tareas suponga.

La iluminación de cada actividad depende del tamaño de los detalles que se deben visualizar, las distancia entre el ojo y el objeto observado, el factor de reflexión del objeto observado, el contraste entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca y la edad del observador. [6, 7, 8]

En líneas generales, las oficinas tienen un nivel de exigencia alto; los vestuarios, aseos y comedor, moderado;

las planta de proceso y almacenes, no es excesivamente alto; y en el taller de mantenimiento y calidad, tienen unas necesidades entre altas y muy altas.

| EDIFICIO | ZONA | LUX |
|---|---|---|
| Administración | Comedor | 300 |
| | Vestuarios femenino | 200 |
| | Vestuario masculino | 200 |
| | Recepción | 250 |
| | Almacén materias primas | 400 |
| | Oficinas de administración | 500 |
| | Sala de reuniones | 500 |
| | Despachos | 500 |
| | Aseos | 200 |
| Nave principal | Procesos | 500 |
| | Almacén productos terminados | 400 |
| | Taller mantenimiento | 750 |
| | Calidad | 1000 |

Tabla 15. Lúmenes asociados a cada zona

## 5.2 Distribución de la iluminación

La distribución espacial del flujo luminoso puede de ser de varios tipos:

- Iluminación directa: todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia abajo. Más económico pero mayor riesgo de deslumbramiento. Se usa este tipo en almacenes y naves industriales.
- Iluminación semidirecta: el flujo luminoso mayormente se dirige al suelo y el resto es reflejado al techo y paredes. Es solo recomendable para techos no muy altos.
- Iluminación difusa: 50% luz directa y 50% luz indirecta. Poco riesgo de deslumbramiento pero obliga a pintar las paredes y techos de colores claros o blanco.
- Iluminación semindirecta: el flujo luminoso mayormente se refleja en el techo y paredes, lo que provoca grandes pérdidas de flujo y por tanto mayor consumo eléctrico. La luz es de buena calidad.
- Iluminación indirecta: casi toda la luz va al techo.

Según donde se instalen las luminarias tendremos un sistema de iluminación general uniforme, iluminación general con iluminación localizada de apoyo o iluminación general localizada. Siendo generalmente el objetivo la primera de ellas.

Para conseguir una iluminación general uniforme las luminarias se reparten regularmente por todo el local sin tener en cuenta los emplazamientos de los puestos de trabajo y así garantizar una iluminación homogénea en todos los puestos situados en el mismo plano. Para evitar los deslumbramientos se recomienda que las luminarias estén lo más altas posible y repartidas de forma homogénea en el techo. Se garantizará un nivel

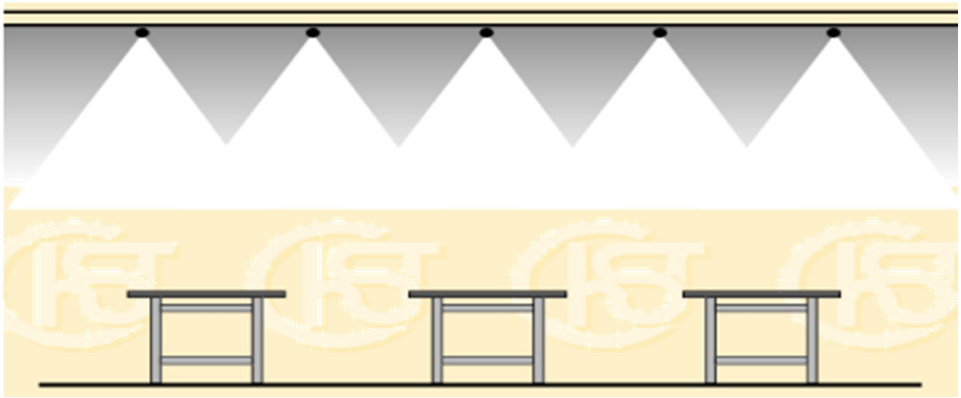


Figura 5-2. Distribución de luminarias recomendada

## 5.3 Deslumbramientos

Los deslumbramientos son un fenómeno corriente en la iluminación de las salas que hay que evitar para mejorar el confort de los usuarios. Puede ser de tipo directo, es decir, se ocasiona por una visión directa de la fuente de luz (lámparas o ventanas sin apantallamiento), para evitarlo, se aconseja que las luminarias sean vistas con un ángulo menor a 45º sobre el plano horizontal. También puede ser un deslumbramiento indirecto debido a los reflejos como es la reflexión de las fuentes de luz sobre superficies de gran reactancia.

El tamaño de la sala afecta al deslumbramiento de diferentes maneras. Una sala amplia favorece que haya y una sala baja también. Por lo que espacios altos y no excesivamente grandes favorecen a que no ocurran.

Para evitar los deslumbramientos se recomienda controlar las reflectancias de las superficies del entorno, eligiendo colores claros en estas. Poner las luminarias lo más alta posibles para que la luz que llega a la línea horizontal sea más difusa y controlar la disposición del mobiliario.

## 5.4 Selección del color

La selección del color para las diferentes superficies de un local tiene un papel importante, puesto que puede contribuir a aumentar la eficacia del sistema de alumbrado escogido de dicho espacio ya que una parte de la iluminación proviene de la reflexión de la luz sobre las superficies. [6]

Factores de reflexión de colores y materia iluminados con luz blanca

| Color | Factor de reflexión |
|---|---|
| Blanco ( papel blanco) | 100% ( 80-85%) |
| Marfil, amarillo limón | 70-75% |
| Amarillo vivo,ocre, verde claro , azul pastel , rosa pálido, crema | 60-65% |
| Verde limón, gris pálido, rosa, naranja, azul gris | 50-55% |
| Madera clara, azul cielo | 40-45% |
| Roble, cemento | 30-35% |
| Rojo profundo, verde hoja, verde oliva | 20-25% |
| Azul oscuro,púrpura, gris pizarra | 10-15% |
| Negro | 0% |

Figura 5-3. Factor de reflexión asociado a cada color

Los colores claros o blancos son los que tiene mayor factor de reflexión (70-100%). Los valores recomendados para las distintas zonas (PRL Tema7) son los siguientes:

- Techo: 75-100%
- Paredes: 50-75%, aunque si hay buena iluminación natural reducir al 40%
- Mobiliario: 20-50%
- Suelos: 20-25%

Se prefieren suelos oscuros que eviten deslumbramientos por reflexión de los focos luminosos del techo. Por el mismo motivo, se recomiendan acabados mates tanto en el techo como en la pared.

El material seleccionado para el techo tiene un grado de reflexión en torno al 70%, el de las paredes es del 62% y el del suelo del 25%. Para ello se ha elegido un cemento grueso barnizado para las paredes, unas baldosas de cemento oscuro para el suelo de la nave de procesos y una madera oscura para la zona de oficinas, y el techo es de un gris claro.

## 5.5 Luminarias

La selección de luminarias está influenciada por el tipo de espacio en el que deban estar. En total se han seleccionado cinco modelos distintos para toda la planta de inyección. Todas las distribuciones se hacen buscando una iluminación general y difusa y se calcula para una superficie de 0.8 m sobre el suelo, altura la que se encontrarían la superficie de las mesas de trabajo con requerimientos lumínicos.

La iluminación se calcula para una situación nocturna.

En la planta de procesos las luminarias deben estar colgadas del techo por encima del puente grúa. Como la altura a la que se colocan es mucha unido a la gran dimensión del espacio se requieren un modelo de mucha potencia y luminosidad. Este modelo también se emplea en el almacén de productos terminados por los mismos motivos. Es el Nikkon S6129 Colossal

En el almacén de materias primas, el taller de mantenimiento y de calidad se ha elegido un modelo similar, también colgante del techo pero de menor potencia. Estos espacios son más pequeños y para conseguir la luminosidad requerida se usa un modelo de menos consumo. Es el modelo Nikkon S6129

El techo de las oficinas es inferior al de la nave de proceso por lo que es más conveniente el uso de luminarias

empotradas en este, optimizando el espacio disponible y así evitar problemas de deslumbramiento. En las zonas más amplias como la sala de reuniones, la zona de administración o el despacho principal que tienen una necesidad lumínica de 500 lux se usa un modelo de Philips con un flujo luminoso de 6550 lm. Es el modelo Philips Lighting –TBS417 1xTL5-73w.

Sin embargo, para los despachos pequeños con una necesidad lumínica de 500 lux o para espacios como el comedor y recepción cuya necesidad lumínica es inferior (200 y 250 lux) se emplean lámparas de menor luminosidad (4600 lm). Modelo Philip Lighting – TBS464 SQR

En los aseos y vestuarios cuya necesidad lumínica es aún menor se opta por un modelo también empotrado en el techo pero de menor consumo (44 W). Es el WILA – T26010-03.

Se resume en la siguiente tabla las características principales de cada sala, detallando el tipo de luminaria instalada, los lúmenes y la potencia instalada.

| LOCAL | ZONA | LUX PREVISTO | LUMINARIA | NUM. DE LUMINARIAS | MEDIA | LUMINARIA (lm) | POTENCIA (W) | RENDIMIENTO LUMINICO (lm/W) | POT. INSTALADA (kWh/a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vestuario femenino | 200 | WILA-T26010-0 | 12 | 256 | 22824 | 528 | 43.2 | 910-1450 |
| 2 | Vestuario masculino | 200 | WILA-T26010-0 | 12 | 256 | 22824 | 5258 | 43.2 | 1250-1450 |
| 3 | Comedor | 300 | | | 396 | | | | |
| 4 | Recepción | 250 | PH-TBS464 SQR | 4 | 216 | 17372 | 236 | 73.6 | 410-650 |
| 25 | Almacén materias primas | 400 | NIKKON-S6129 | 4 | 557 | 143436 | 1712 | 83.8 | 4700 |
| 19 | Oficinas de administración | 500 | PH-TBS417 | 13 | 547 | 82381 | 1053 | 78.2 | 2400-2900 |
| 10 | Sala de reuniones | 500 | PH-TBS417 | 3 | 616 | 19011 | 243 | 78.2 | 500-670 |
| 11 | Despacho director | 500 | PH-TBS417 | 3 | 671 | 19011 | 243 | 78.2 | 420-670 |
| 12/13/14/15/16 | Despachos | 500 | PH-TBS464 SQR | 2 | 589 | 8666 | 118 | 73.6 | 200-320 |
| 17/18 | Aseos | 200 | WILA-T26010-0 | 1 | 192 | 1902 | 44 | 43.2 | 120 |
| 20 | Procesos | 500 | NIKKON-S6129-Colossal | 20 | 529 | 983160 | 20836 | 47.2 | 57300 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | Almacén productos terminados | 400 | NIKKON-S6129-Colossal | 6 | 446 | 294948 | 6250.8 | 47.2 | 17200 |
| 22 | Taller mantenimiento | 750 | NIKKON-S6129 | 4 | 772 | 143436 | 1712 | 83.8 | 4700 |
| 23 | Calidad | 1000 | NIKKON-S6129 | 6 | 1074 | 215154 | 2566 | 83.8 | 7050 |

Tabla 16. Cálculo del consumo y los lúmenes de cada área

El flujo luminoso total de las lámparas es de 26644650 lm, una potencia total de 37,24 kW y un rendimiento lumínico de 55.3 lm/W.

# 6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica se divide en una parte de alta tensión y otra de baja. La energía suministrada será en corriente trifásica de 50 Hz y 20 kV de tensión.

La línea eléctrica tendrá un tramo subterráneo, aunque mayormente será bandeja aérea. Se dispondrá de un centro de transformación tipo caseta en el perímetro exterior accesible para la entidad suministradora. Desde el centro de transformación se dará suministro en baja tensión al cuadro general ubicado dentro del edificio, desde donde se distribuirá a subcuadros repartidos por la planta y a los receptores finales que correspondan.

## 6.1 Instalación de alta tensión

Se trata de instalación de alta tensión el tramo de línea eléctrica que va desde la conexión a la red del polígono hasta el transformador de la planta de inyección. Se considera que la red de distribución de la compañía suministradora pasa subterránea por la acera. El entronque se realizará mediante entrada y salida de dicha línea al CT. La instalación de esta parte del suministro es responsabilidad de la compañía eléctrica de la zona.

El cable irá en una canalización subterránea. Los tubos estarán enterrados una profundidad de 1 m y debe conectarse a tierra al menos uno de los extremos.

### 6.1.1 Centro de transformación

El centro de transformación es una caseta de hormigón prefabricada que se encuentra en el perímetro del recinto de la planta de inyección y es accesible desde el exterior. Dispondrá de un transformador de potencia de 400 KVA y 20 000 V de tensión nominal en el primario y 420 V en el secundario en corriente trifásica.

La caseta estará dividida en dos zonas: una de la compañía y otra del abonado. La zona de compañía contendrá tres celdas de línea: entrada, salida y seccionamiento de abonado. La zona de abonado contendrá el resto de celdas del centro de transformación.

Las celdas serán prefabricadas y modulares con un aislamiento de hexafluoruro, se encontrarán en el interior del centro las siguientes:

- Celda de línea de entrada (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de línea de salida (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de línea (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de seccionamiento, separación entre zona de compañía y abonado (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de medida en alta tensión (24 kV 400 A 16 kA)
- Celda de protección del transformador (24 kV 400 A 16 kA)

Las características eléctricas de las celdas:

- Tensión asignada:..... 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
- a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: ..... 50 kV ef.
- a impulso tipo rayo:..... 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: ..... 400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. ..... 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. ..... 200 A.

- Intensidad nominal admisible durante un segundo:.....16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:.....40 kA cresta,

El transformador a instalar se ajusta a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora. La selección del trafo se hace en función de la potencia nominal necesaria, se toma siempre aquel cuya potencia nominal sea inmediatamente superior a la potencia de consumo esperada. Sus características son las siguientes:

- Potencia nominal: 400 KVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

La intensidad en el primario del transformador se calcula como:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_1} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.55\ A$$

Dónde;

S es la potencia del transformador (kVA)

U es la tensión compuesta primaria (kV)

La intensidad en el secundario del transformador:

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_2} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0.4} = 577.35\ A$$

Las intensidades de cortocircuito son necesarias para el dimensionamiento de los interruptores de la línea. La intensidad de cortocircuito en el primario se calcula a partir de una potencia de cortocircuito ($S_{cc}$) de 500 MVA. En la red de distribución, dato suministrado por la compañía eléctrica.

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_1} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 20} = 14.434\ kA$$

La intensidad de cortocircuito en el secundario se calculó con la tensión de cortocircuito en el transformador.

$$I_{cc2} = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0.04 \times 400} = 14.43\ kA$$

Dónde:

$U_{cc}$ es la tensión porcentual de cortocircuito en el transformador

$U_s$ es la tensión secundaria (V)

Todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero que puedan estarlo como consecuencia de una avería deberán estar protegidas y puestas a tierra. Se plantea un anillo metálico cuyo tamaño supere al de la caseta. A la puesta a tierra de servicio se conecta el neutro del transformador y la tierra del secundario de la celda de medida.

## 6.2 Instalación de baja tension

Se instalará un cuadro general de baja tensión en una habitación específica para ello. El cuadro debe estar montado de una forma accesible y modular. Junto al CGBT se instalará una batería automática de condensadores para la compensación del factor de potencia de la instalación.

Desde este cuadro se realizará la alimentación a los distintos subcuadros y equipos mediante conductores que discurrirán por bandejas de PVC. Solamente los conductores desde el centro de transformación al CGBT serán subterráneos, el resto de conexionado será por bandejas. Se dispondrán arquetas en los tramos rectos con una distancia inferior a 50 m. Las arquetas empleadas son de tipo A-1 para facilitar el tendido del cable, ya que no es necesario ningún giro desde el centro de transformación al cuadro de control. En total, son necesarias dos arquetas; la primera de ellas a la salida del transformador y la segunda en la entrada del edificio.

La previsión de potencia en la planta de inyección se realiza a partir de los consumos previstos. Para ello se asignarán subcuadros a distintas zonas y se estudiará la potencia en cada uno de ellos. En total se estiman 22 subcuadros, de los cuales algunos están asociados a áreas específicas y a máquinas cuyos cuadros vienen incorporados.

Las lámparas instaladas son de tipo Led, luego se considera la potencia en vatios de las lámparas. Sin embargo, los conductores que alimenten a motores, de acuerdo con la ITC-BT-47 estarán sobredimensionados para la intensidad un 25%.

| SUBCUADRO | DEFINICIÓN |
|---|---|
| C01 | TALLER CALIDAD |
| C02 | TALLER MANTENIMIENTO |
| C03 | ALMACÉN PRODUCTOS TERMINADOS |
| C04 | ALMACÉN MATERIAS PRIMAS |
| C05 | INYECTORA 1 |
| C06 | INYECTORA 2 |
| C07 | INYECTORA 3 |
| C08 | INYECTORA 4 |
| C09 | INYECTORA 5 |
| C10 | BRAZO ROBOT 1 |
| C11 | MESA MEDICIÓN POR COORDENADAS 1 |
| C12 | INYECTORA 6 |
| C13 | BRAZO ROBOT 2 |
| C14 | MESA MEDICIÓN POR COORDENADAS 2 |
| C15 | MÁQUINA REFRIGERACIÓN |
| C16 | MOLINO |
| C17 | INSTALACIÓN AIRE COMPRIMIDO |
| C18 | GRUPO CONTRAINCENDIOS |
| C19 | SALA COMEDOR Y VESTUARIO |
| C20 | ZONA RECEPCIÓN |
| C21 | TRANSPORTE NEUMÁTICO |
| C22 | OFICINAS |

Tabla 17. Subcuadros asociados al CGBT

La necesidad de cada subcuadro se estima a partir de la solicitación de la zona. Se tiene en cuenta la iluminación, los enchufes y las máquinas asociadas a cada subcuadro. La potencia consumida por las luminarias se obtiene a partir de DIALUX y el de las máquinas de los catálogos.

Para los enchufes monofásicos se considera una corriente de 16 A y una tensión de 230 V. La potencia de cada enchufe se calcula como:

$$P = U \times I = 230 \times 16 = 3680\ W$$

El coeficiente de simultaneidad para las tomas de corriente se estima de la siguiente manera:

$$COEF = 0.1 + 0.9/n$$

Dónde:

n es el número de enchufes de la sala.

En la nave de proceso se prevé la instalación de cajas de enchufes que tienen para monofásica y trifásica. En total serán cuatro cajas, las cuales constan de dos de cada tipo. Se prevé que solo estará funcionando una de ellas para el coeficiente de simultaneidad.

A continuación se detalla el consumo de cada subcuadro y los coeficientes de simultaneidad aplicados:

| REF. | SUBCUADRO | POT. INSTALADA (kW) | COEF. SIMUL. | POT. REQUERIDA (kW) |
|---|---|---|---|---|
| **SUBC 1, 2, y 4 TALLER DE CALIDAD, MANTENIMIENTO y ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS** | | | | |
| **G2** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO** | 8,08 | 0,90 | 7,27 |
| C01.1 | SUBCUADROS TOMAS DE CORRIENTE | 11,00 | 0,50 | 5,50 |
| C01.2 | CIRCUITO ILUMINACIÓN 1 | 2,58 | 1,00 | 2,58 |
| | **POTENCIA INSTALADA** | **13,58** | | |
| **SUBC 3. ALMACÉN PRODUCTOS TERMINADOS** | | | | |
| **G2** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO** | 11,74 | 0,90 | 10,57 |
| C01.1 | SUBCUADROS TOMAS DE CORRIENTE | 11,00 | 0,50 | 5,50 |
| **G2.1** | **AGRUPACION ILUMINACIÓN** | 6,24 | 1,00 | 6,24 |
| C01.2 | CIRCUITO ILUMINACIÓN 1 | 3,12 | | |
| C01.3 | CIRCUITO ILUMINACIÓN 2 | 3,12 | | |
| | **POTENCIA INSTALADA** | **17,24** | | |
| **SUBC 15. AGUA DE REFRIGERACIÓN** | | | | |
| **G3** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO 15** | 16,00 | 0,80 | 12,80 |
| C15.1 | MÁQUINA DE REFRIGERACIÓN | 15,00 | 0,80 | 12,00 |
| C15.2 | BOMBA RECIRCULACIÓN 1 | 1,50 | 1,00 | 1,50 |
| C15.3 | BOMBA RECIRCULACIÓN 2 | 1,50 | 1,00 | 1,50 |
| C15.4 | ELECTROVALVULAS | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | **POTENCIA INSTALADA** | **19,00** | | |

**SUBC 16. TRITURACIÓN**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **G4** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO 16** | 15,00 | 0,90 | 13,50 |
| C16.1 | CINTA TRANSPORTADORA 1 | 1,50 | 1,00 | 1,50 |
| C16.2 | CINTA TRANSPORTADORA 2 | 1,50 | 1,00 | 1,50 |
| C16.3 | MOLINO | 15,00 | 0,80 | 12,00 |
| | **POTENCIA INSTALADA** | **18,00** | | |

**SUBC 19 COMEDOR Y VESTUARIOS**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **G5** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO 19** | 10,29 | 0,70 | 7,20 |
| C19.1 | ILUMINACION COMEDOR | 0,53 | 1,00 | 0,53 |
| C19.2 | ILUMINACION VESTUARIO MASCULINO | 0,53 | 1,00 | 0,53 |
| C19.3 | ILUMINACIÓN VESTUARIO FEMENINO | 0,53 | 1,00 | 0,53 |
| C19.4 | TOMAS DE CORRIENTE COMEDOR | 2,90 | 1,00 | 2,90 |
| C19.5 | TOMAS DE CORRIENTE VESTUARIO MASCULINO | 2,90 | 1,00 | 2,90 |
| C19.6 | TOMAS DE CORRIENTE VESTUARIO FEMENINO | 2,90 | 1,00 | 2,90 |
| | **POTENCIA INSTALADA** | **10,29** | | |

**SUBC 22 OFICINAS**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **G6** | **INTERRUPTOR ENTRADA SUBCUADRO 22** | 10,08 | 0,90 | 9,07 |
| **G6.1** | **AGRUPACIÓN ILUMINACIÓN** | 2,25 | 1,00 | 2,25 |
| C22.1 | CIRCUITO ILUMINACIÓN 1 | 1,17 | | |
| C22.2 | CIRCUITO ILUMINACIÓN 2 | 1,08 | | |
| **G6.2** | **AGRUPACIÓN TOMAS DE CORRIENTE** | 8,70 | 0,90 | 7,83 |
| C22.3 | TOMAS DE CORRIENTE 1 | 2,90 | | |
| C22.4 | TOMAS DE CORRIENTE 2 | 2,90 | | |
| C22.5 | TOMAS DE CORRIENTE 3 | 2,90 | | |

| | | |
|---|---|---|
| **POTENCIA INSTALADA** | **10,95** | |

Tabla 18. Cálculo del consumo esperado en cada subcuadro

Para obtener la potencia global de la planta de inyección, se suman las potencias instaladas calculadas para las tomas de corriente y la iluminación y se añaden los consumos de las máquinas.

| REF | CONSUMIDOR | POT RECEPT (kW) | COEF. SIMUL. | POTENCIA FUNC. (kW) |
|---|---|---|---|---|
| **G1** | **INTERRUPTOR CABECERA** | 330,67 | 0,60 | 198,40 |
| C01 | SUBC 1. CONTROL DIMENSIONAL | 7,27 | 1,00 | 7,27 |
| C02 | SUBC 2. TALLER MANTENIMIENTO | 7,27 | 1,00 | 7,27 |
| C03 | SUBC 3. ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS | 10,57 | 1,00 | 10,57 |
| C04 | SUBC 4. ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS | 7,27 | 1,00 | 7,27 |
| C05 | SUBC 5. INYECTORA 1 | 11,00 | 1,00 | 11,00 |
| C06 | SUBC 6. INYECTORA 2 | 11,00 | 1,00 | 11,00 |
| C07 | SUBC 7. INYECTORA 3 | 11,00 | 1,00 | 11,00 |
| C08 | SUBC 8. INYECTORA 4 | 17,30 | 1,00 | 17,30 |
| C09 | SUBC 9. INYECTORA 5 | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| C10 | SUBC 10. BRAZO ROBOTIZADO 1 | 0,60 | 1,00 | 0,60 |
| C11 | SUBC 11. MESA CONTROL DIMENSIONAL 1 | 1,60 | 1,00 | 1,60 |
| C12 | SUBC 12. INYECTORA 6 | 60,00 | 1,00 | 60,00 |
| C13 | SUBC 13. BRAZO ROBOTIZADO 2 | 0,60 | 1,00 | 0,60 |
| C14 | SUBC 14. MESA CONTROL DIMENSIONAL 2 | 1,60 | 1,00 | 1,60 |
| C15 | SUBC 15. AGUA DE REFRIGERACIÓN | 12,80 | 1,00 | 12,80 |
| C16 | SUBC 16. TRITURACIÓN | 13,50 | 1,00 | 13,50 |
| C17 | SUBC 17. AIRE COMPRIMIDO | 3,00 | 1,00 | 3,00 |
| C18 | SUBC 18. GRUPO CONTRAINCENDIOS | 5,00 | 1,00 | 5,00 |
| C19 | SUBC 19. SALA COMEDOR Y VESTUARIOS | 7,20 | 1,00 | 7,20 |
| C20 | SUBC 20. ZONA RECEPCIÓN | 3,50 | 1,00 | 3,50 |
| C21 | SUBC 21. TRANSPORTE NEUMÁTICO | 6,00 | 1,00 | 6,00 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C22 | SUBC 22. OFICINAS | 9,07 | 1,00 | 9,07 |
| C23 | TC 1. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 1 | 10,50 | 0,50 | 5,25 |
| C24 | TC 2. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 2 | 10,50 | 0,50 | 5,25 |
| C25 | AGRUPACIÓN ILUMINACIÓN NAVE | 24,96 | 0,90 | 22,46 |
| C26 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 1 | 8,32 | 1,00 | 8,32 |
| C27 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 2 | 8,32 | 1,00 | 8,32 |
| C28 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 3 | 8,32 | 1,00 | 8,32 |
| C29 | CLIMATIZACION OFICINA | 3,50 | 0,80 | 2,80 |
| C30 | CLIMATIZACIÓN VESTUARIOS Y COMEDOR | 3,50 | 0,80 | 2,80 |

Tabla 19. Suma del consumo total esperado por las máquinas y los subcuadros de luces

La suma de las potencias instaladas es 316.89 kW y la potencia de funcionamiento es 198.40 kW. El coeficiente de simultaneidad global es 0.63.

$$\frac{316.98}{199.70} = 0.63$$

Con el fin de compensar la energía reactiva en el CGBT se plantea la colocación de una batería de condensadores centralizada y regulada, que corrija el factor de potencia a 0.98. El cálculo de la batería se realiza con la potencia contratar: 400 kW

$$cos\varphi = 0.8 \qquad \varphi = 36.87º \qquad tan\varphi = 0.75$$

$$cos\varphi = 0.98 \qquad \varphi = 11.4º \qquad tan\varphi = 0.20$$

$$Q = 400 \times (0.75 - 0.20) = 220\ kVAr$$

Cada subcuadro está protegido con un interruptor automático con una protección térmica, magnética y diferencial.

La puesta a tierra de protección de la planta es una red equipotencial con el fin de evitar riesgos y desviar posibles derivaciones de los elementos conductores. Se deben conectar a tierra todos los elementos metálicos que en su uso normal no conduzcan corriente.

### 6.2.1 Cálculo de las secciones de cables de baja tensión

Para el cálculo de las secciones de cable se tendrá en consideración los siguientes criterios:

- Previsión de potencia
- Intensidades máximas admisibles en cables
- Caídas de tensión máximas en circuitos
- Cortocircuito

En el cálculo de la red eléctrica se precisa saber la intensidad, la caída de tensión y la intensidad de cortocircuito. Para un sistema monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \times cos\varphi \times \eta}\ (A)$$

$$U = 2I \times (Rcos\varphi + Xsen\varphi)\ (V)$$

$$I_{cc} = \frac{U}{2\sqrt{3} \times Z_t} \ (A)$$

Para un sistema trifásico:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3}U \times cos\varphi \times \eta} \ (A)$$

$$U = \sqrt{3}I \times (Rcos\varphi + Xsen\varphi) \ (V)$$

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_t} \ (A)$$

Los tramos de cable están definidos en los planos correspondientes. El factor de potencia es 0.8. La sección de los conductores se ha obtenido para un cable tipo F "Cables unipolares montaje superficial, directamente a la pared, en bandejas perforadas o soportes" y B1 "Cables unipolares aislados en tubos (incluyendo canales, canaletas y conductos de sección no circular) en montaje superficial o empotrados en obra."

| CIRC | DENOMINACIÓN CIRCUITO | POT RECEPTOR (KW) | COEF AFECTA POT | L CABLE (m) | TENSIÓN (V) | INTENSIDAD CALCULO (A) | MATERIAL CONDUCTOR/AISLAMIENTO | TIPO DE INSTALACIÓN | TIPO DE CIRCUITO | SECCIÓN CABLE SELECCIONADO (mm2) | NUMERO CABLES POR FASE | SECCIÓN DE NEUTRO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G1 | INTERRUPTOR CABECERA | 400,00 | 1,00 | 2,00 | 400 | 721,69 | CU/RV | F | Sn=Sf | 240,0 | 2 | 240,00 |
| C01 | SUBC 1. CONTROL DIMENSIONAL | 13,00 | 1,00 | 20,00 | 400 | 23,45 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C02 | SUBC 2. TALLER MANTENIMIENTO | 13,00 | 1,00 | 30,00 | 400 | 23,45 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C03 | SUBC 3. ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS | 17,24 | 1,00 | 40,00 | 400 | 31,10 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C04 | SUBC 4. ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS | 13,00 | 1,00 | 25,00 | 400 | 23,45 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C05 | SUBC 5. INYECTORA 1 | 11,00 | 1,25 | 46,00 | 400 | 24,81 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C06 | SUBC 6. INYECTORA 2 | 11,00 | 1,25 | 49,00 | 400 | 24,81 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C07 | SUBC 7. INYECTORA 3 | 11,00 | 1,25 | 52,00 | 400 | 24,81 | CU/RV | F | Sn=Sf | 6,0 | 1 | 6,00 |
| C08 | SUBC 8. INYECTORA 4 | 17,30 | 1,25 | 55,00 | 400 | 39,02 | CU/RV | F | Sn=Sf | 6,0 | 1 | 6,00 |
| C09 | SUBC 9. INYECTORA 5 | 60,00 | 1,25 | 62,00 | 400 | 135,32 | CU/RV | F | Sn=Sf | 50,0 | 1 | 50,00 |
| C10 | SUBC 10. BRAZO ROBOTIZADO 1 | 0,60 | 1,00 | 59,00 | 230 | 3,26 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C11 | SUBC 11. MESA CONTROL DIMENSIONAL 1 | 1,60 | 1,00 | 68,00 | 230 | 8,70 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C12 | SUBC 12. INYECTORA 6 | 60,00 | 1,25 | 67,00 | 400 | 135,32 | CU/RV | F | Sn=Sf | 50,0 | 1 | 50,00 |
| C13 | SUBC 13. BRAZO ROBOTIZADO 2 | 0,60 | 1,00 | 66,00 | 230 | 3,26 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C14 | SUBC 14. MESA CONTROL DIMENSIONAL 2 | 1,60 | 1,00 | 76,00 | 230 | 8,70 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C15 | SUBC 15. AGUA DE REFRIGERACIÓN | 19,00 | 1,00 | 66,00 | 400 | 34,28 | CU/RV | F | Sn=Sf | 10,0 | 1 | 10,00 |
| C16 | SUBC 16. TRITURACIÓN | 18,00 | 1,25 | 83,00 | 400 | 40,59 | CU/RV | F | Sn=Sf | 10,0 | 1 | 10,00 |
| C17 | SUBC 17. AIRE COMPRIMIDO | 3,00 | 1,25 | 35,00 | 230 | 20,38 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C18 | SUBC 18. GRUPO CONTRAINCENDIOS | 5,00 | 1,25 | 55,00 | 400 | 11,28 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C19 | SUBC 19. SALA COMEDOR Y VESTUARIOS | 10,29 | 1,00 | 5,00 | 400 | 18,57 | CU/RV | F | Sn=Sf | 2,5 | 1 | 2,50 |
| C20 | SUBC 20. ZONA RECEPCIÓN | 3,50 | 1,00 | 15,00 | 230 | 19,02 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C21 | SUBC 21. TRANSPORTE NEUMÁTICO | 12,00 | 1,25 | 50,00 | 400 | 27,06 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C22 | SUBC 22. OFICINAS | 10,95 | 1,00 | 10,00 | 400 | 19,76 | CU/RV | F | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C23 | TC 1. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 1 | 10,50 | 1,00 | 102,00 | 400 | 18,94 | CU/RV | F | Sn=Sf | 10,0 | 1 | 10,00 |
| C24 | TC 2. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 2 | 10,50 | 1,00 | 62,00 | 400 | 18,94 | CU/RV | F | Sn=Sf | 6,0 | 1 | 6,00 |
| C25 | AGRUPACIÓN ILUMINACIÓN NAVE | 20,80 | 1,00 | 2,00 | 400 | 37,53 | CU/RV | F | Sn=Sf | 6,0 | 1 | 6,00 |
| C26 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 1 | 8,32 | 1,00 | 35,00 | 400 | 15,01 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 2,5 | 1 | 2,50 |
| C27 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 2 | 8,32 | 1,00 | 52,00 | 400 | 15,01 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 2,5 | 1 | 2,50 |
| C28 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 3 | 4,16 | 1,00 | 72,00 | 400 | 7,51 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 4,0 | 1 | 4,00 |
| C29 | CLIMATIZACION OFICINA | 3,50 | 1,25 | 20,00 | 400 | 7,89 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 2,5 | 1 | 2,50 |
| C30 | CLIMATIZACIÓN VESTUARIOS Y COMEDOR | 3,50 | 1,25 | 20,00 | 400 | 7,89 | CU/RV | B1 | Sn=Sf | 2,5 | 1 | 2,50 |

Tabla 20. Características de los cables asociados a cada subcuadro

La intensidad admisible hace referencia a la máxima intensidad que puede circular por un conductor según su naturaleza (material, aislamiento, condiciones de la instalación, etc…) de forma que no se produzca una elevación peligrosa de la temperatura del cable. De manera que la intensidad de utilización debe ser inferior a la intensidad máxima admisible para el cable.

**Intensidades admisibles en amperios**
**Temperatura ambiente 40 ºC en el aire**

| Método de instalación de la tabla 52-B1 | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | |
| A2 | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | | | |
| B1 | | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | | XLPE2 | | | |
| B2 | | | PVC3 | PVC2 | | XLPE3 | XLPE2 | | | | | |
| C | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | | |
| E | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 | |
| F | | | | | | | PVC3 | | PVC2 | XLPE3 | | XLPE2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Sección mm² Cu | | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | – |
| 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | – |
| 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | – |
| 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | – |
| 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | – |
| 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | – |
| 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 |
| 35 | – | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 |
| 50 | – | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 |
| 70 | – | – | – | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 |
| 95 | – | – | – | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| 120 | – | – | – | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 |
| 150 | – | – | – | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 |
| 185 | – | – | – | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 |
| 240 | – | – | – | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 |
| Aluminio | | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | 11,5 | 12 | 13,5 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 | 20 | 22 | 25 | – |
| 4 | 15 | 16 | 18,5 | 19 | 22 | 24 | 24 | 26,5 | 27,5 | 29 | 35 | – |
| 6 | 20 | 21 | 24 | 25 | 28 | 30 | 31 | 33 | 36 | 38 | 45 | – |
| 10 | 27 | 28 | 32 | 34 | 38 | 42 | 42 | 46 | 50 | 53 | 61 | – |
| 16 | 36 | 38 | 42 | 46 | 51 | 56 | 57 | 63 | 66 | 70 | 83 | – |
| 25 | 46 | 50 | 54 | 61 | 64 | 71 | 72 | 78 | 84 | 88 | 94 | 105 |
| 35 | – | 61 | 67 | 75 | 78 | 88 | 89 | 97 | 104 | 109 | 117 | 130 |
| 50 | – | 73 | 80 | 90 | 96 | 106 | 108 | 118 | 127 | 133 | 145 | 160 |
| 70 | – | – | – | 116 | 122 | 136 | 139 | 151 | 162 | 170 | 187 | 206 |
| 95 | – | – | – | 140 | 148 | 167 | 169 | 183 | 197 | 207 | 230 | 251 |
| 120 | – | – | – | 162 | 171 | 193 | 196,5 | 213 | 228 | 239 | 269 | 293 |
| 150 | – | – | – | 187 | 197 | 223 | 227 | 246 | 264 | 277 | 312 | 338 |
| 185 | – | – | – | 212 | 225 | 236 | 259 | 281 | 301 | 316 | 359 | 388 |
| 240 | – | – | – | 248 | 265 | 300 | 306 | 332 | 355 | 372 | 429 | 461 |

Es necesario consultar las tablas 52 – C1 a 52 – C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Figura 6-1. Intensidades admisibles para una temperatura ambiente de 40ºC

Los cables usados para el diseño son de cobre (CU) con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de policloruro de vinilo (V). El factor se carga es la relación entre la intensidad admisible y la intensidad de cálculo, es un ratio que sirve para ver el aprovechamiento del cable. La caída de tensión depende de la longitud y la resistencia del cable y no debe superar el 4.5% en el alumbrado y 6% en los demás usos. Las resistencias y reactancias de los cables en función del material y la sección se pueden tomar de la siguiente tabla:

| SECCIÓN CABLE mm² | RESISTENCIA AL-RV (Ohm/Km) | RESISTENCIA AL-PVC (Ohm/Km) | RESISTENCIA CU-RV (Ohm/Km) | RESISTENCIA CU-PVC (Ohm/Km) | REACTANCIA RV (Ohm/Km) | REACTANCIA PVC (Ohm/Km) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1,5** | 23,6800 | 24,3840 | 15,1000 | 14,1563 | 0,1680 | 0,1680 |
| **2,5** | 14,2560 | 14,6800 | 9,0800 | 8,5125 | 0,1550 | 0,1550 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4** | 8,9120 | 9,1770 | 5,6800 | 5,3250 | 0,1430 | 0,1430 |
| **6** | 5,9360 | 6,1120 | 3,7800 | 3,5438 | 0,1350 | 0,1350 |
| **10** | 3,6500 | 3,4286 | 2,2857 | 2,1429 | 0,1190 | 0,0861 |
| **16** | 2,2857 | 2,1426 | 1,4286 | 1,3393 | 0,1120 | 0,0817 |
| **25** | 1,4629 | 1,3714 | 0,9143 | 0,8571 | 0,1060 | 0,0813 |
| **35** | 1,0449 | 0,9796 | 0,6531 | 0,6122 | 0,1010 | 0,0783 |
| **50** | 0,7314 | 0,6857 | 0,4571 | 0,4286 | 0,1000 | 0,0779 |
| **70** | 0,5224 | 0,4898 | 0,3265 | 0,3061 | 0,0975 | 0,0762 |
| **95** | 0,3850 | 0,3609 | 0,2406 | 0,2256 | 0,0965 | 0,0751 |
| **120** | 0,3048 | 0,2857 | 0,1905 | 0,1786 | 0,0939 | 0,0740 |
| **150** | 0,2438 | 0,2286 | 0,1524 | 0,1429 | 0,0928 | 0,0745 |
| **185** | 0,1977 | 0,1853 | 0,1236 | 0,1158 | 0,0908 | 0,0742 |
| **240** | 0,1524 | 0,1429 | 0,0952 | 0,0893 | 0,0902 | 0,0752 |
| **300** | 0,1219 | 0,1143 | 0,0762 | 0,0714 | 0,0895 | 0,0750 |

Tabla 21. Resistencia y reactancia asociada a un tipo y a una sección de cable

El resumen de cálculo de muestra en la siguiente tabla.

| CIRCUITO | DENOMINACIÓN CIRCUITO | SECCION | INTENSIDAD ADMISIBLE (A) | FACTOR DE CARGA (%) | CAIDA TENSION (V) | CAIDA TENSION (%) | CAIDA TENSION ACUMULADA (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **G1** | **INTERRUPTOR CABECERA** | 240,00 | 1104,00 | 65,37% | 0,168 | 0,04% | 0,41% |
| C01 | SUBC 1. CONTROL DIMENSIONAL | 4,00 | 45,00 | 52,11% | 3,761 | 0,94% | 1,31% |
| C02 | SUBC 2. TALLER MANTENIMIENTO | 4,00 | 45,00 | 52,11% | 5,641 | 1,41% | 1,78% |
| C03 | SUBC 3. ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS | 4,00 | 45,00 | 69,11% | 9,976 | 2,49% | 2,86% |
| C04 | SUBC 4. ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS | 4,00 | 45,00 | 52,11% | 4,701 | 1,18% | 1,55% |
| C05 | SUBC 5. INYECTORA 1 | 4,00 | 45,00 | 55,13% | 9,152 | 2,29% | 2,66% |
| C06 | SUBC 6. INYECTORA 2 | 4,00 | 45,00 | 55,13% | 9,749 | 2,44% | 2,81% |
| C07 | SUBC 7. INYECTORA 3 | 6,00 | 57,00 | 43,53% | 6,938 | 1,73% | 2,10% |
| C08 | SUBC 8. INYECTORA 4 | 6,00 | 57,00 | 68,46% | 11,542 | 2,89% | 3,26% |
| C09 | SUBC 9. INYECTORA 5 | 50,00 | 188,00 | 71,98% | 6,186 | 1,55% | 1,92% |
| C10 | SUBC 10. BRAZO ROBOTIZADO 1 | 4,00 | 36,00 | 9,06% | 1,781 | 0,77% | 1,14% |
| C11 | SUBC 11. MESA CONTROL DIMENSIONAL 1 | 4,00 | 36,00 | 24,17% | 5,478 | 2,38% | 2,75% |
| C12 | SUBC 12. INYECTORA 6 | 50,00 | 188,00 | 71,98% | 6,685 | 1,67% | 2,04% |
| C13 | SUBC 13. BRAZO ROBOTIZADO 2 | 4,00 | 36,00 | 9,06% | 1,992 | 0,87% | 1,24% |
| C14 | SUBC 14. MESA CONTROL | 4,00 | 36,00 | 24,17% | 6,122 | 2,66% | 3,03% |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DIMENSIONAL 2 | | | | | | |
| C15 | SUBC 15. AGUA DE REFRIGERACIÓN | 10,00 | 76,00 | 45,11% | 7,445 | 1,86% | 2,23% |
| C16 | SUBC 16. TRITURACIÓN | 10,00 | 76,00 | 53,41% | 11,087 | 2,77% | 3,14% |
| C17 | SUBC 17. AIRE COMPRIMIDO | 4,00 | 36,00 | 56,61% | 6,605 | 2,87% | 3,24% |
| C18 | SUBC 18. GRUPO CONTRAINCENDIOS | 4,00 | 45,00 | 25,07% | 4,975 | 1,24% | 1,61% |
| C19 | SUBC 19. SALA COMEDOR Y VESTUARIOS | 2,50 | 33,00 | 56,27% | 1,183 | 0,30% | 0,67% |
| C20 | SUBC 20. ZONA RECEPCIÓN | 4,00 | 36,00 | 52,83% | 2,642 | 1,15% | 1,52% |
| C21 | SUBC 21. TRANSPORTE NEUMÁTICO | 4,00 | 45,00 | 60,13% | 10,850 | 2,71% | 3,08% |
| C22 | SUBC 22. OFICINAS | 4,00 | 45,00 | 43,91% | 1,585 | 0,40% | 0,77% |
| C23 | TC 1. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 1 | 10,00 | 76,00 | 24,92% | 6,357 | 1,59% | 1,96% |
| C24 | TC 2. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE NAVE 2 | 6,00 | 57,00 | 33,23% | 6,315 | 1,58% | 1,95% |
| C25 | AGRUPACIÓN ILUMINACIÓN NAVE | 6,00 | 57,00 | 65,84% | 0,404 | 0,10% | 0,47% |
| C26 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 1 | 2,50 | 23,00 | 65,26% | 6,694 | 1,67% | 2,04% |
| C27 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 2 | 2,50 | 23,00 | 65,26% | 9,946 | 2,49% | 2,86% |
| C28 | CIN 1. CIRCUITO ILUMINACIÓN ZONA 3 | 4,00 | 31,00 | 24,23% | 4,336 | 1,08% | 1,45% |
| C29 | CLIMATIZACION OFICINA | 2,50 | 23,00 | 34,30% | 2,011 | 0,50% | 0,87% |
| C30 | CLIMATIZACIÓN VESTUARIOS Y COMEDOR | 2,50 | 23,00 | 34,30% | 2,011 | 0,50% | 0,87% |

Tabla 22. Selección de la sección del cable atendiendo al factor de carga y la intensidad admisible

### 6.2.2 Cuadro general de baja tensión

El CGBT localizado dentro del edificio, distribuye la energía eléctrica a toda la planta a través de los subcuadros, 22 en total, ubicados en puntos cercanos a donde es necesario corriente. Así pues cada uno de ellos corresponde a una salida del cuadro general.

Tanto el cuadro general como los subcuadros deberán estar construidos de acuerdo con la norma IEC 61439 y UNE 20/09881. Estarán formados por cuadros modulares e independientes unidos mecánicamente formando un solo bloque y eléctricamente mediante un embarrado de cobre. Además se dejará una reserva de espacio para posibles ampliaciones o reformas.

Cada cuadro deberá ir protegido frente a sobrecargas, cortocircuitos y posibles contactos indirectos. La protección frente a las sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante interruptores automáticos magnetotérmicos; y la protección frente a contactos indirectos será con interruptores automáticos diferenciales. Cada uno de estos elementos deberá ir dimensionado para el elemento que este protegiendo. Además cada subcuadro deberá contar con un analizador de redes.

La red general de puestas a tierras de protección y servicio de la planta es un elemento de apoyo a toda la instalación eléctrica. Se ha elegido un sistema de puesta a tierra de tipo TT cuyo esquema se recoge en la ITC-BT-18 del reglamento de baja tensión. En este sistema el neutro y las masas metálicas de la construcción y de los distintos equipos se conectarán a tierra de forma independiente. Se realizara una red equipotencial de cobre conectada a tierra de forma que se garantice una resistencia de puesta a tierra inferior a 10 ohmios. La red de tierra será un anillo perimetral donde se conecte las distintas tierras y neutros.

Se instalará un pararrayos en la cubierta del edificio principal de protección frente a descargas atmosféricas.

# 7 CÁLCULO ESTRUCTURAL

El cálculo de la planta de inyección de plásticos se ha realizado con CYPECAD 2012, un programa de cálculo de estructuras industriales entre otras cosas. Se modelan por separado el edificio de oficinas y la nave de proceso para simplificar el cálculo, aunque ambos seguirán la misma metodología. Son estructuras metálicas de vigas y pilares con recubrimientos de hormigón prefabricado que siguen el Documento básico SE-AE "Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación"

## 7.1 Acciones sobre el edificio

Hay tres tipos de acciones definidas en el DB de Acciones estructurales: permanentes, variables y accidentales. Las primeras son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio, las segundas pueden actuar o no y las últimas son aquellas que tienen una probabilidad de ocurrencia baja.

### 7.1.1 Peso propio

Entre las acciones permanentes, el peso propio, es la de mayor relevancia en el caso planteado. El peso propio de los elementos estructurales es tenido en cuenta en el cálculo por el propio programa. Sin embargo, hay que considerar el peso propio de la cubierta en ambos edificios.

#### 7.1.1.1 Nave de proceso

La cubierta es una chapa metálica ondulada, es una solución económica, asegura la estanqueidad, duradera y de fácil montaje. La densidad superficial de estos materiales están en torno a las 6 kg/m$^2$ (0.06 kN/ m$^{2)}$

#### 7.1.1.2 Edificio de oficinas

El cálculo del peso propio de los elementos estructurales metálicos, los considera el propio programa, sin embargo, hay que introducir el peso del cerramiento de la cubierta. Esta es de hormigón aligerado con una densidad de 1000 kg/m$^3$ y una pendiente de 1.5º de inclinación, como se muestra en la siguiente figura.

Para un perfil con un espesor mínimo de 5cm en los cantos exteriores y con la inclinación de 1.5º, se obtiene un canto interior de 183.24 mm.

$$x = 7000 \times \sin 1.5 = 183.24\ mm$$

La media aritmética de la altura del perfil del forjado se calcula como:

$$\frac{l1 + l2}{2} = \frac{50 + (50 + 183.24)}{2} = 141.62\ mm$$

Como la densidad es del 1000 kg/m$^3$, la multiplicamos por el espesor medio calculado, así sabremos la densidad superficial del material.

$$1000 \times 0.14162 = 141.62\ kg/m^2$$

Y pasado a toneladas, para unificar el sistema de unidades:

$$141.62\ \frac{kg}{m^2} \times \frac{10\ N}{1\ kg} \times \frac{1\ kN}{1000\ N} = 1.42\ kN/m^2$$

### 7.1.2 Sobrecarga de uso

El valor de la sobrecarga de uso está estipulado en el CTE en función del tipo de cubierta de la edificación.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

| Categoría de uso | | Subcategorías de uso | | Carga uniforme [kN/m²] | Carga concentrada [kN] |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Zonas residenciales | A1 | Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles | 2 | 2 |
| | | A2 | Trasteros | 3 | 2 |
| B | Zonas administrativas | | | 2 | 2 |
| C | Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D) | C1 | Zonas con mesas y sillas | 3 | 4 |
| | | C2 | Zonas con asientos fijos | 4 | 4 |
| | | C3 | Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc. | 5 | 4 |
| | | C4 | Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas | 5 | 7 |
| | | C5 | Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc) | 5 | 4 |
| D | Zonas comerciales | D1 | Locales comerciales | 5 | 4 |
| | | D2 | Supermercados, hipermercados o grandes superficies | 5 | 7 |
| E | Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN) | | | 2 | 20 (1) |
| F | Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2) | | | 1 | 2 |
| G | Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3) | G1 (7) | Cubiertas con inclinación inferior a 20° | 1 (4) (6) | 2 |
| | | | Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5) | 0,4 (4) | 1 |
| | | G2 | Cubiertas con inclinacion superior a 40° | 0 | 2 |

Figura 7-1. Valores característicos de la sobrecarga de uso

La categoría de uso que corresponde a este caso es G "Cubiertas accesibles únicamente para conservación" y en cuanto a la subcategoría, se enmarca dentro de G1 "Cubiertas ligeras sobre correas", a lo que corresponde una sobrecarga de uso uniforme de 0.4 kN/m$^2$.

En el edificio de oficinas en la planta intermedia también hay que aplicar una sobrecarga de uso de categoría B "Zonas administrativas" cuya carga uniforme asignada es de 2 kN/m$^2$.

### 7.1.3 Viento

La acción del viento es en general una fuerza tangencial a la superficie y se expresa como:

$$q_e = q_b c_e c_p$$

Dónde:

$q_b$ es la presión dinámica del viento. Depende del emplazamiento de la obra.

$c_e$ es el coeficiente de exposición, varia con la altura y el grado de aspereza del entorno.

$C_p$ coeficiente eólico o de presión, depende de la forma y orientación de la superficie respecto del viento.

El valor de la velocidad media del viento puede obtenerse del mapa, dónde en función de la localidad se asigna una presión dinámica.


Figura 7-2. Velocidad del viento por zonas geográficas

La provincia de Jaén se encuentra en la zona A con una velocidad eólica característica de 26 m/s, por lo que le corresponde una presión dinámica de 0.42 kN/m$^2$. Con el fin de calcular el coeficiente de exposición se plantea el grado de aspereza del entorno, en este caso nos encontramos en el tipo IV. Zona urbana en general, industrial o forestal. El periodo de servicio es de 50 años.

Las hipótesis de cálculo del viento son las siguientes:

1 - v (0°) h1: viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

2 - v (0°) h2: viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior

3 - v (0°) h3: viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

4 - v (0°) h4: viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior

5 - v (90°) h1: viento a 90°, presión exterior tipo 1 con presión interior

6 - v (90°) h2: viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

7 - v (90°) h3: viento a 90°, presión exterior tipo 2 con presión interior

8 - v (90°) h4: viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

9 - v (180°) h1: viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

10 - v (180°) h2: viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior

11 - v (180°) h3: viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

12 - v (180°) h4: viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior

13 - v (270°) h1: viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

14 - v (270°) h2: viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior

15 - v (270°) h3: viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

16 - v (270°) h4: viento a 270°, presión exterior tipo 2 con succión interior

### 7.1.4 Nieve

El cálculo de carga de nieve depende del emplazamiento, como la nave se encuentra en la provincia de Jaén, corresponde a la zona 6 según el CTE SE-AE. La exposición al viento es normal.


**Figura E.2 Zonas climáticas de invierno**

Figura 7-3. Distribución geográfica de las zonas climáticas

Con una altura de 345 m, inferior a 2000 m, y una cubierta sin resalto, se puede saber la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal: 0.2 kN/m$^2$.

**Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m$^2$)**

| Altitud (m) | Zona de clima invernal, (según figura E.2) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |

Figura 7-4. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal

Las hipótesis aplicadas en el cálculo de la acción de nieve son tres: estado inicial, redistribución 1 (la carga en el faldón A es del 100% y en B del 50%) y redistribución 2 (la carga en el faldón B es del 100% y en A del 50%).

### 7.1.5 Combinaciones de cálculo

Para las distintas situaciones de Proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \psi_{ai}\, Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi}\, Q_{ki}$$

Dónde:

$G_k$ Acción permanente

$Q_k$ Acción variable

$\gamma_G$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

## 7.2 Edificio de oficinas

El diseño del edificio de oficinas se hará en dos partes. En primer lugar se modela el ´pórtico 'tipo' del edificio con el "Generador de pórticos" y, posteriormente en 'CYPE 3D METAL' se completará la estructura.

La nave de administración tiene una luz de 14 m, distancia salvada con dos pórticos adyacentes e idénticos de 7 m, debido a la corta luz de cada pórtico, estos serán a un agua. Tendrá en total siete pórticos idénticos, lo que son 6 vanos con una separación de 7.5 m cada uno, lo que significa una profundidad total de 45 m.

Posteriormente, en los pórticos 1, 2, 3 y 4 se añade una planta intermedia a 3 m de altura del suelo para alojar a las oficinas.

### 7.2.1 Generación de porticos,

El generador de pórticos permite generar la geometría y las cargas de peso propio, sobrecarga de uso, nieve y viento de un pórtico de una forma rápida y sencilla. Además permite el dimensionamiento de las correas superiores y laterales, si fueran necesarias.

La geometría básica del pórtico siguiendo la definición es la que se muestra en la imagen X. Se trata de dos pórticos contiguos e idénticos de 6 m de altura y una luz de 7 m cada uno. La cubierta es a un agua.

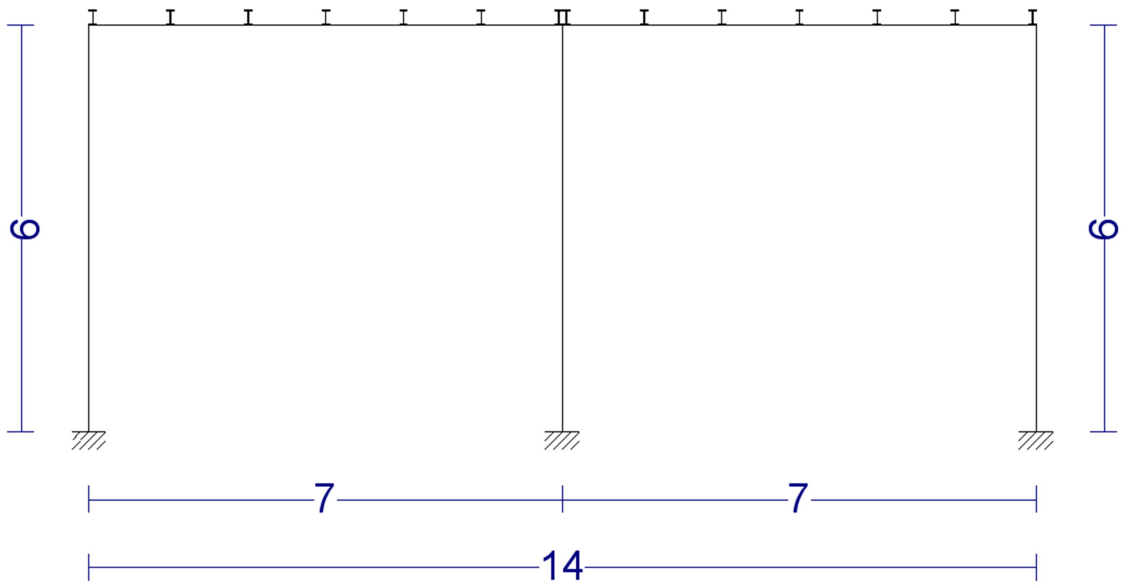



Figura 7-5. Pórtico introducido en el "Generador de pórticos" en CYPECAD

Con la geometría propuesta, se definen los datos generales de la estructura, como son las acciones a las que está sometido.

El cálculo del peso propio de los elementos estructurales metálicos, los considera el propio programa, sin embargo, hay que introducir el peso del cerramiento de la cubierta. Esta es de hormigón aligerado con una densidad de 1000 kg/m$^3$ y una pendiente de 1.5º de inclinación, como se muestra en la siguiente figura.

Para un perfil con un espesor mínimo de 5cm en los cantos exteriores y con la inclinación de 1.5º, se obtiene un canto interior de 183.24 mm.

$$x = 7000 \times \sin 1.5 = 183.24\ mm$$

La media aritmética de la altura del perfil del forjado se calcula como:

$$\frac{l1 + l2}{2} = \frac{50 + (50 + 183.24)}{2} = 141.62\ mm$$

Como la densidad es del 1000 kg/m$^3$, la multiplicamos por el espesor medio calculado, así sabremos la densidad superficial del material.

$$1000 \times 0.14162 = 141.62\ kg/m^2$$

Y pasado a toneladas, para unificar el sistema de unidades:

$$141.62\ \frac{kg}{m^2} \times \frac{10\ N}{1\ kg} \times \frac{1\ kN}{1000\ N} = 1.42\ kN/m^2$$

La sobrecarga de uso del cerramiento definida en la normativa para cubiertas tipo G1 "Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento" es de 0.4 kN/m$^2$.

Se define un cerramiento lateral con peso cero, ya que este no influye en el cálculo del forjado y no se plantean correas laterales.

El cálculo del viento necesita además que se defina el número de huecos en el cerramiento. En esta edificación el hueco con el que nos encontramos es la puerta de carga y descarga en la parte trasera de la nave en el almacén con unas dimensiones de 3x3 m.

El dimensionamiento se hace para un forjado de un único vano con cubierta no colaborante, y con una flecha que no sobrepasa un desplazamiento de L/300, siendo L, la longitud del perfil en cuestión. La flecha se toma de la tabla X con valores límite para distintos elementos. El valor límite para vigas y forjados en ausencia de elementos frágiles de deterioro es L/300.

| Tipo de Elemento | Valores límite $w_{activa}$ |
|---|---|
| Cubiertas (accesibles sólo para mantenimiento) | L/200 |
| Cubiertas accesibles (con carácter general) | L/300 |
| Vigas y forjados (en ausencia de elementos frágiles susceptibles de deterioro) | L/300 |
| Vigas y forjados soportando tabiques ordinarios o solados rígidos con juntas | L/400 |
| Vigas y forjados soportando elementos frágiles: tabiques, cerramientos o solados rígidos | L/500 |
| Vigas soportando pilares | L/500 |
| Vigas soportando muros de fábrica | L/1000 |

.

Figura 7-6. Valores límite de flecha según el tipo de elemento

El forjado superior es de perfiles IPE 240 y una separación entre ellos de 1.2 m. El porcentaje de aprovechamiento de la tensión es de 93.17% y de la flecha de 67.74%.

### 7.2.2 Cálculo de la estructura

La estructura completa consta de 7 pórticos tipo, abarcando una longitud total de 45 m, con una separación entre ellos de 7.5 m. Además, del primer pórtico al cuarto se ubica una segunda planta a media altura (3 m), esta zona será la que alojará las oficinas y los vestuarios. De la parte trasera, los vanos 4,5 y 6, se aprovecha la altura completa para el almacén

Todos los nudos, tanto interiores como exteriores, están empotrados, de esta manera, se busca aligerar las vigas de acero, penalizando las cimentaciones.

Figura 7-7. Imagen en 3D de la estructura

Los perfiles seleccionados son de tipo IPE para las vigas y de tipo HEB para los pilares. Este tipo de elemento estructural trabaja principalmente a flexión. Tanto el perfil IPE como el HEB, son perfiles laminados en caliente, con un espesor mayor o igual a 3mm y de sección transversal llena y constante. Los perfiles HEB tienen mayor momento resistente y de inercia pero son más pesados.

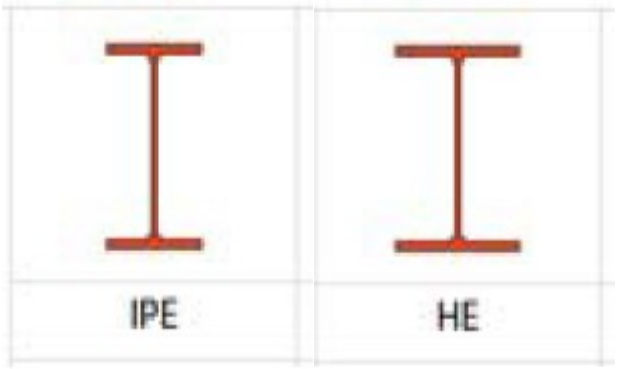



Figura 7-8. Geometría de los perfiles IPE y HE

Se limita la flecha de toda la estructura a L/300, tal y como se había hecho con el forjado. Y se define el pandeo para las distintas barras. Dado que todos los nudos están empotrados el coeficiente de pandeo es 0.5, además, se restringe el movimiento en el eje xy de las columnas, ya que estas alojarán los paneles del cerramiento que impedirán la deformación en ese plano.

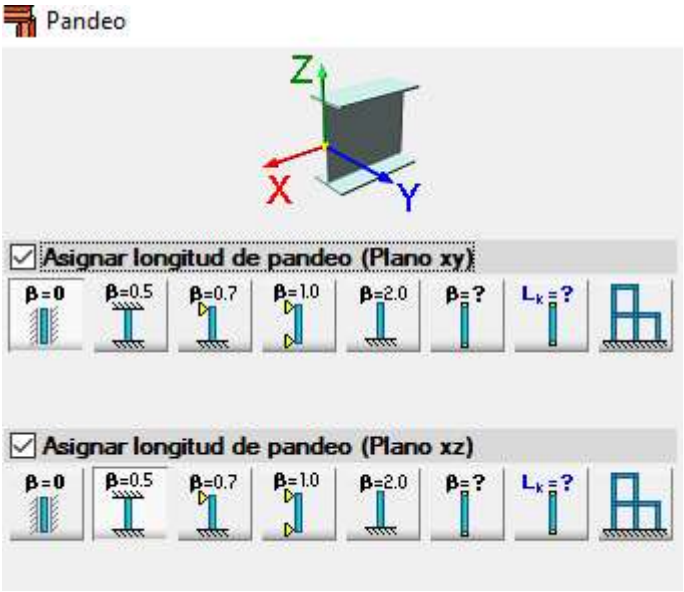



Figura 7-9. Captura de CYPECAD 3D: Descripción del pandeo

Las cargas consideradas son las de peso propio, sobrecarga de uso, viento y nieve. En la nueve planta intermedia se añaden cargas superficiales de dos tipos; la primera está asociada al peso propio del panel de hormigón del suelo (1 kN/m$^2$) y otra con la sobrecarga de uso para uso administrativo (2 kN/m$^2$).

Se han seleccionado todos los pilares del mismo perfil, para simplificar el montaje y evitar confusiones. Lo mismo se ha hecho con las vigas de los pórticos y las vigas perimetrales, estas últimas son las que une todos los pórticos evitando cualquier desplazamiento de estos.

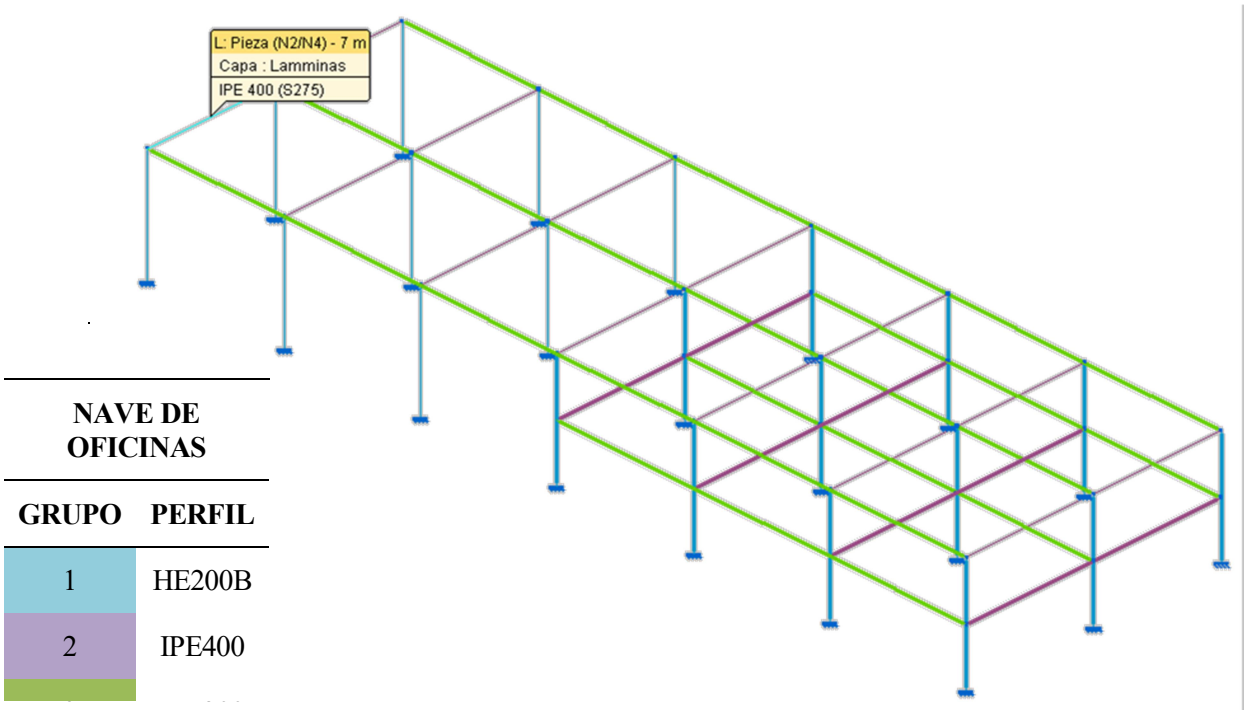



Figura 7-10. Descripción de los perfiles de la estructura

Nos aseguramos que con un pilar HE200B se puede hacer una unión con la viga tipo IPE400, para ello el ala de la viga debe tener unas dimensiones similares al ala del pilar. En el catálogo de perfiles se obtienen estos datos, el ala de un IPE400 es de 180 mm y la de un HE200B de 200 mm, ambos valores muy similares.

El resumen obtenido del cálculo de medición de la cantidad de material es el siguiente:

| Resumen de medición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Serie | Perfil | Longitud | | | Volumen | | | Peso | | |
| Tipo | Designación | | | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| | | | HE 200 B | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | | |
| | | HEB | | | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | |
| | | | IPE 400 | 154.000 | | | 1.301 | | | 10215.20 | | |
| | | | IPE 200 | 202.500 | | | 0.577 | | | 4530.43 | | |
| | | IPE | | | 356.500 | | | 1.878 | | | 14745.64 | |
| Acero laminado | S275 | | | | | 482.500 | | | 2.862 | | | 22470.51 |

Figura 7-11. Cantidad de acero en kg necesario para la estructura

## 7.3 Nave de proceso

La nave principal es, de nuevo, una estructura metálica formada por vigas y pilares, con un perímetro de 45x50 $m^2$. Con estas dimensiones se plantea el lado más corto, 45 m, como la luz total de la nave y el lado más largo, la profundidad de ésta. Además se añadirán pilares a 15 m del pilar izquierdo, cuya función será alojar a unos cerramientos interiores que separen la zona de máquinas de los talleres y el almacén. En el cálculo estructural se tendrá en cuenta la existencia de un puente monorraíl.

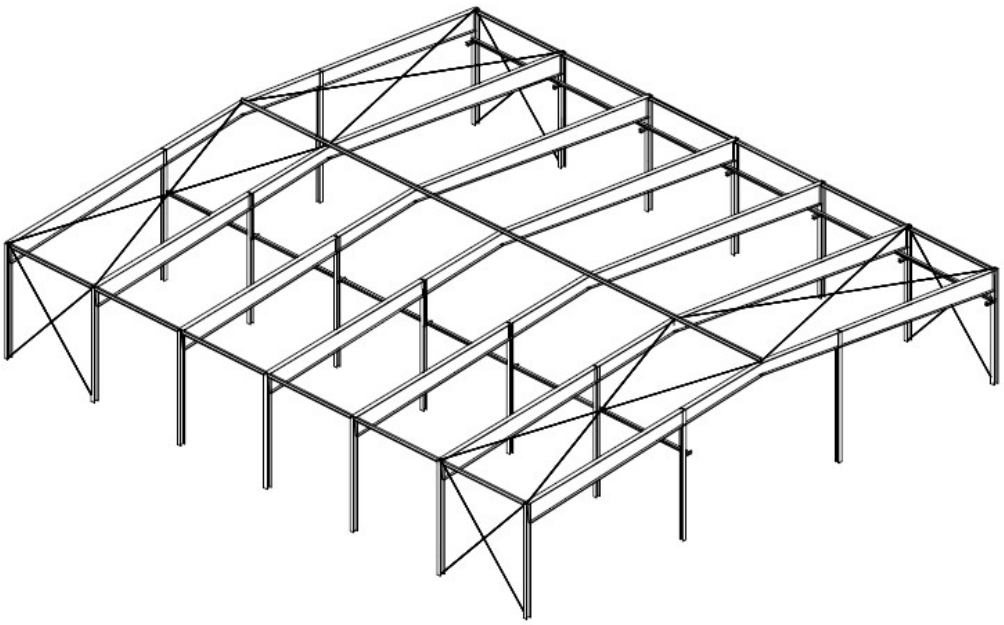


Figura 7-12. Imagen en 3D de la estructura de la nave de procesos

### 7.3.1 Generación de portico

El pórtico tipo tiene una luz de 45 m salvada en dos vanos simétricos. La altura de los pilares es de 9 m y la total de la nave de 10.9 m, lo que significa un ángulo de cubierta de 4.45º. La profundidad de la nave está salvada con siete pórticos separados una distancia de 8.33 m.

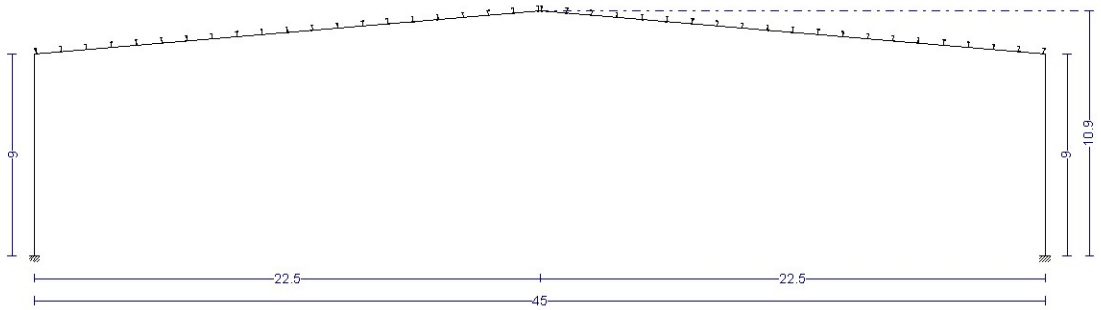



Figura 7-13. Pórtico introducido en el "Generador de pórticos" de CYPECAD

Se comprueba que 9 m de altura en los pilares es suficiente para alojar las máquinas más grandes y al puente grúa sin interferencia, como se aprecia en la siguiente imagen.

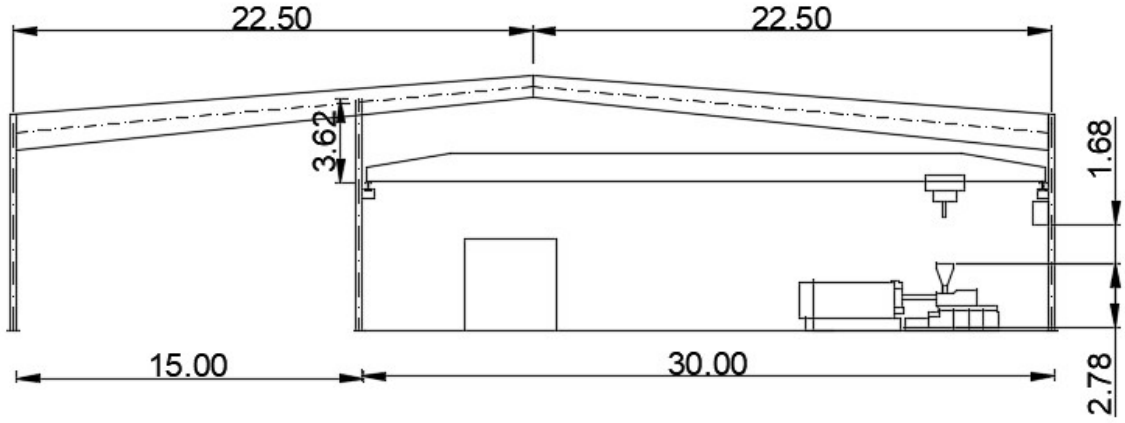



Figura 7-14. Alzado de la nave de procesos

Las acciones al igual que en la nave anterior, se tendrán en cuenta las cargas permanentes y variables para el dimensionamiento de la estructura. Entre las cargas permanentes se encuentra el peso propio de la cubierta. La cubierta es una chapa metálica ondulada, es una solución económica, asegura la estanqueidad, duradera y de fácil montaje. La densidad superficial de estos materiales están en torno a las 6 kg/m$^2$ (0.06 kN/ m$^{2)}$

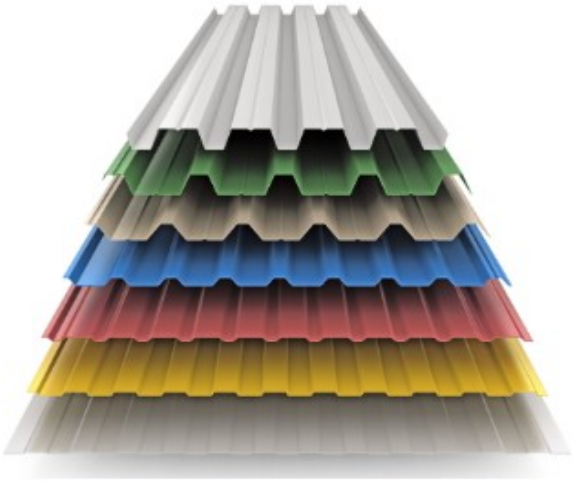


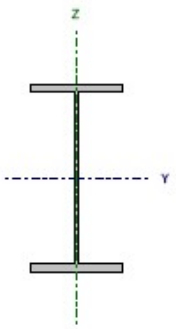
Figura 7-15. Acero laminado ondulado

Además se considera la sobrecarga de uso para cubiertas accesibles únicamente para conservación: 0.4 kN/ $m^2$. El viento y la nieve son acciones variables, las cuales también se consideran en el dimensionamiento.

Se definen los huecos en la fachada para el cáculo de las cargas del viento, en total son 3, correspondientes a las puertas de carga del almacén y la entrada de la nave trasera.

El forjado se plantea con perfiles IPE; de manera que con un IPE 220 y se obtiene una separación entre correas de 1.2 m. EL aprovechamiento de la resistencia es del 97.23% y de la flecha del 85.99%. En total son 40 correas para soportar el peso de la cubierta y las acciones variables.

**Perfil: IPE 220**
**Material: S275**




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | $I_y$ (1) (cm4) | $I_z$ (1) (cm4) | $I_t$ (2) (cm4) |
| 0.598, 49.980, 9.050 | 0.598, 41.650, 9.050 | 8.330 | 33.40 | 2772.00 | 204.90 | 9.07 |

*Notas:*
*(1) Inercia respecto al eje indicado*
*(2) Momento de inercia a torsión uniforme*

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. |
| β | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| $L_K$ | 8.330 | 8.330 | 8.330 | 8.330 |
| $C_m$ | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| $C_1$ | - | | 1.000 | |

*Notación:*
*β: Coeficiente de pandeo*
*$L_K$: Longitud de pandeo (m)*
*$C_m$: Coeficiente de momentos*
*$C_1$: Factor de modificación para el momento crítico*

Figura 7-16. Descripción del perfil IPE 220

| Medición de correas | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de correas | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m² |
| Correas de cubierta | 40 | 1048.76 | 0.23 |

Figura 7-17. Medición de correas de la nave de procesos

### 7.3.2 Cálculo de la estructura

La estructura consta de 7 pórticos separados una distancia de 8.33 m, para completar los 50 m de profundidad de la nave. Se unen entre ellos con vigas perimetrales tipo IPE.

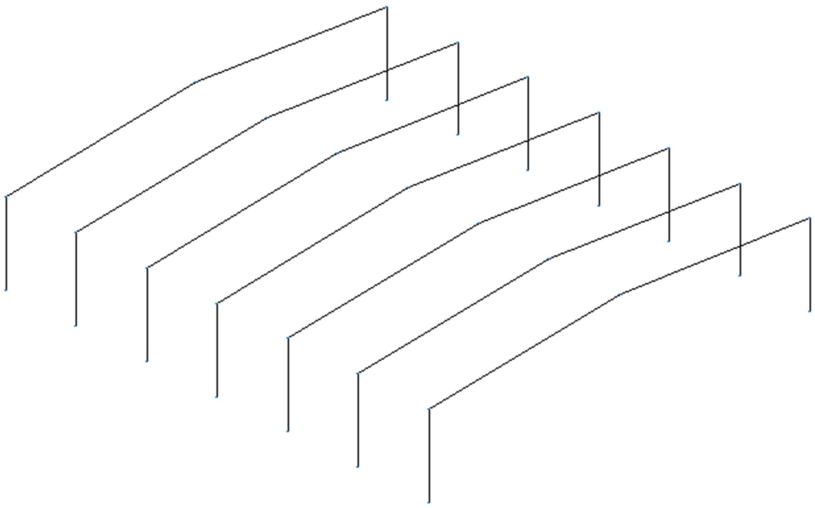


Figura 7-18. Pórticos de la nave principal

Para las vigas de los pórticos se plantea inicialmente un perfil tipo IPE, pero debido a la longitud que este debe cubrir, todos los tamaños del catálogo fallan por esbeltez. A continuación, se prueban con cartelas, pero los resultados no mejoran. Por lo que finalmente, se opta por un perfil tipo PVS de canto variable.

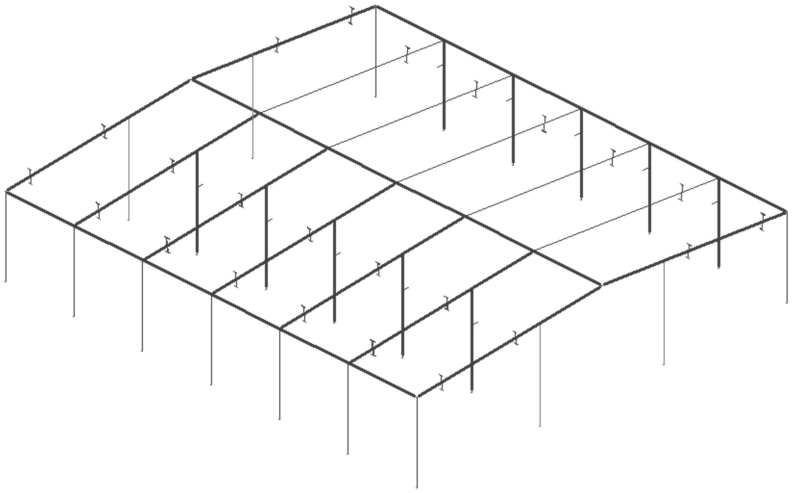


Figura 7-19. Geometría de la estructura de la nave principal

Además, son necesarias cruces de San Andrés en los vanos exteriores para reforzar estos primeros pórticos frente a las fuerzas superficiales del viento. Los arriostramientos laterales como superiores son perfiles circulares de 18 mm que solo trabajan a tracción. Se colocan entre los pórticos 1-2 y 6-7.

Los pilares exteriores se seleccionan tipo HEB y aunque con un HE220B cumplirían las comprobaciones de flecha y resistencia es necesario aumentarlos hasta HE400B para que la unión con las vigas sea viable. Los pilares interiores y los refuerzos de los pórticos exteriores contra el viento son de tipo HE240B y siendo este el más ligero viable.

Los pórticos exteriores o de fachada (1 y 7) son los que soportan la mayor parte de la carga superficial por viento, por lo que se refuerzan con dos pilares a 15 m cada uno de pilar exterior.

La flecha máxima permitida para este tipo de edificación en cada uno de los elementos estructurales es de L/300 y L/700 para las vigas carrileras del puente grúa. Lo que expresado en milímetros para cada uno de ellos significa:

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | LONGITUD (m) | FLECHA MAXIMA PERMITIDA (mm) |
|---|---|---|
| Pilar | 9 | 30 |
| Pilar interior | 10.17 | 34 |
| Vigas | 22.5 | 75 |
| Barras | 8.33 | 28 |
| Railes | 8.33 | 12 |

Tabla 23. Flecha máxima permitida en cada elemento estructural

El pandeo de los perfiles se define en función de las articulaciones finales que tengan. Como todos los nudos están empotrados el coeficiente de pandeo es 0.5. Además en el plano xy, puesto que sería el plano donde se alojaría los cerramientos de hormigón en los pilares, se asume que el pandeo está completamente impedido en esta dirección.

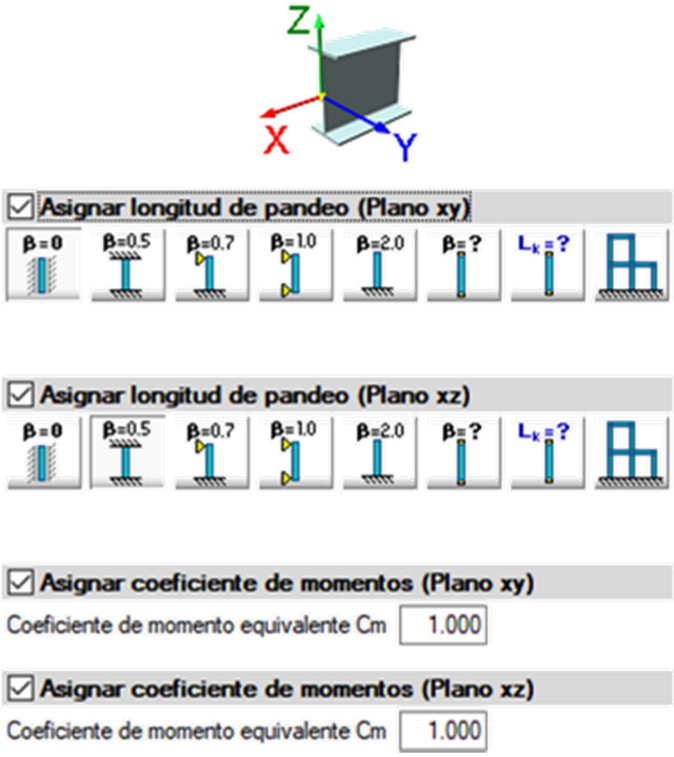



Figura 7-20. Pandeo asociado a cada eje en una columna intermedia

El coeficiente de momentos depende de la ley de momentos flectores entre puntos que tiene coaccionado el desplazamiento lateral y de forma aproximada puede obtenerse como:

$$C_m = \frac{1}{{K_c}^2}$$

Donde;

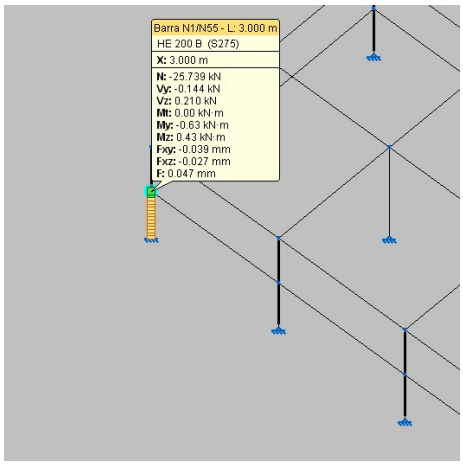
Kc es un factor de corrección dependiente de la distribución de los momentos flectores.

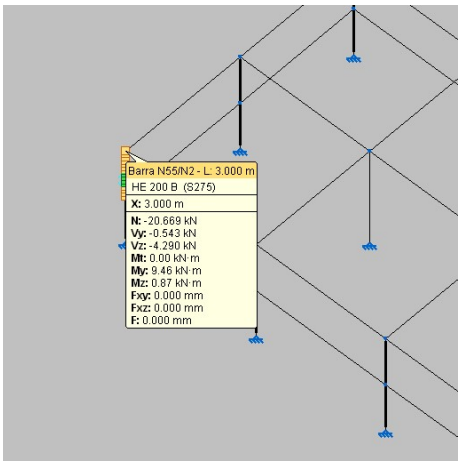
Factor de corrección $k_c$

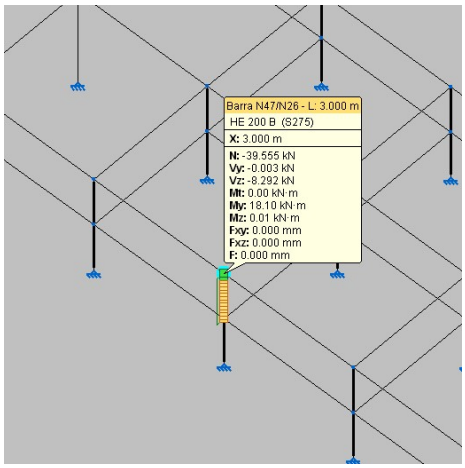
| Distribución de momentos flectores | $k_c$ |
|---|---|
| $\psi = 1$ | 1,0 |
| $-1 \leq \psi \leq 1$ | $\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$ |
| | 0,94 |
| | 0,90 |
| | 0,91 |
| | 0,86 |
| | 0,77 |
| | 0,82 |

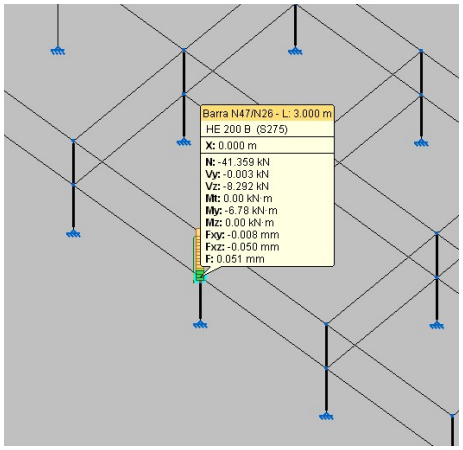
Figura 7-21. Factor de corrección del pandeo lateral de una viga a compresión

Además se tiene en cuenta el efecto de la nave de oficinas sobre la de procesos. Dado que el cálculo se ha realizado por separado, pero hay un pórtico compartido entre ambos, es necesario obtener las cargas en los pilares de una para aplicarlos como cargas exteriores en los pilares de la nave principal.



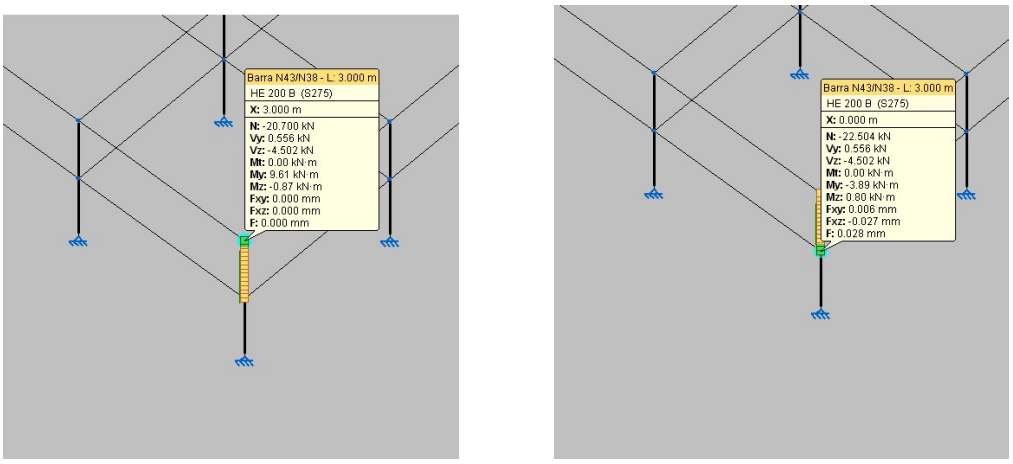



Figura 7-22. Cargas puntuales en los nudos del edificio de oficinas que afectan al dimensionamiento de los pilares del pórtico 2.

| NAVE PRINCIPAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **GRUPO** | **PERFIL** | **APROV. RESIST. MAX.** | **APROV. RESIST. MIN.** | **APROV. FLECHA MAX.** | **APROV. FLECHA MIN.** |
| Pilares exteriores | HE400B | 40.37 extremo | 23.97 interior | 21.36 intermedio | 2.53 exterior |
| Pilares viento (X4) e intermedio | HE240B | 96.27 | 66.70 | 25.01 | 10. 25 |
| Viga 22.5 m | PVS 400*30*15 1600-1000 | 99.70 | 28.02 | 34.83 | 1.23 |
| Barras | IPE 270 | 86.77 Extremos central | 16.20 intermedios | 59.24 Extremos central | 2.51 intermedio exterior |
| Tensores | Circular macizo 18mm | 98.42 | 66.14 | - | - |

Tabla 24. Aprovechamientos máximos y mínimos de los elementos estructurales de la nave principal

| Resumen de medición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Serie | Perfil | Longitud | | | Volumen | | | Peso | | |
| Tipo | Designación | | | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| | | | HE 400 B | 126.000 | | | 2.492 | | | 19564.40 | | |
| | | | HE 300 B | 92.400 | | | 1.378 | | | 10814.82 | | |
| | | | HE 200 B | 105.560 | | | 0.824 | | | 6471.73 | | |
| | | HEB | | | 323.960 | | | 4.694 | | | 36850.94 | |
| | | | PVS 400x30x15 (H:1600/1000) | 316.121 | | | 13.467 | | | 105714.06 | | |
| | | PVS | | | 316.121 | | | 13.467 | | | 105714.06 | |
| | | | IPE 270 | 149.940 | | | 0.688 | | | 5402.56 | | |
| | | | IPE 140 | 4.000 | | | 0.007 | | | 51.50 | | |
| | | | IPE 180 | 1.600 | | | 0.004 | | | 30.02 | | |
| | | IPE | | | 155.540 | | | 0.699 | | | 5484.08 | |
| | | | Ø18 | 290.647 | | | 0.074 | | | 580.59 | | |
| | | Redondos | | | 290.647 | | | 0.074 | | | 580.59 | |
| Acero laminado | S275 | | | | | 1086.268 | | | 18.934 | | | 148629.67 |

Figura 7-23. Estimación de la cantidad de acero laminado necesario para la estructura de la nave principal

### 7.3.3 Puente grúa

El Puente grúa es una máquina de elevación y transporte de elementos pesados, en este caso será necesario para la carga de los moldes para su cambio y mantenimiento. Por el tipo de requerimientos que este iba a tener se ha seleccionado un puente grúa monorraíl para 2.5 T.

Las vigas carril inciden las ruedas de traslación del puente grúa y por tanto debe soportar reacciones verticales, horizontales y longitudinales que se generan en el desplazamiento.

En el catálogo están los valores de las reacciones de las ruedas del carrito en la viga raíl para un puente grúa de las características elegidas (2.5 T). La reacción mínima es de 1930 kg (Rmax) y la máxima de 1930 kg (Rmin).

REACCIONES POR RUEDA MONORRAÍL (kg)
SINGLE GIRDER REACTIONS PER WHEEL (kg)

| CAPACIDAD CAPACITY | | LUZ GRÚA ( m) CRANE SPAN ( m ) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KG | | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| | MAX | 710 | 785 | 870 | 920 | 990 | 1.045 | 1.115 | 1.215 | 1.275 | 1.395 | 1.495 | 1.720 | 1.920 | 2.155 |
| 1.000 | MIN | 315 | 300 | 350 | 380 | 415 | 460 | 525 | 620 | 670 | 785 | 880 | 1.100 | 1.300 | 1.525 |
| | MAX | 835 | 920 | 1.010 | 1.060 | 1.120 | 1.185 | 1.275 | 1.375 | 1.465 | 1.565 | 1.710 | 1.885 | 2.135 | 2.400 |
| 1.250 | MIN | 315 | 315 | 355 | 380 | 430 | 475 | 550 | 650 | 730 | 830 | 975 | 1.145 | 1.390 | 1.655 |
| | MAX | 950 | 1.070 | 1.165 | 1.220 | 1.290 | 1.355 | 1.460 | 1.570 | 1.690 | 1.775 | 1.970 | 2.095 | 2.395 | 2.695 |
| 1.600 | MIN | 375 | 370 | 400 | 410 | 460 | 510 | 605 | 700 | 810 | 890 | 1.080 | 1.195 | 1.490 | 1.790 |
| | MAX | 1.120 | 1.250 | 1.370 | 1.415 | 1.490 | 1.570 | 1.685 | 1.785 | 1.885 | 2.080 | 2.200 | 2.360 | 2.600 | 2.935 |
| 2.000 | MIN | 415 | 400 | 445 | 435 | 490 | 545 | 645 | 735 | 820 | 1.000 | 1.115 | 1.270 | 1.495 | 1.830 |
| | MAX | 1.330 | 1.490 | 1.620 | 1.660 | 1.745 | 1.820 | 1.955 | 2.060 | 2.180 | 2.370 | 2.500 | 2.715 | 3.000 | 3.275 |
| 2.500 | MIN | 475 | 450 | 485 | 470 | 515 | 570 | 680 | 770 | 885 | 1.055 | 1.170 | 1.385 | 1.655 | 1.930 |
| | MAX | 1.615 | 1.810 | 1.965 | 2.010 | 2.100 | 2.190 | 2.310 | 2.420 | 2.550 | 2.735 | 2.930 | 3.200 | 3.450 | 3.740 |
| 3.200 | MIN | 540 | 510 | 545 | 515 | 580 | 625 | 720 | 815 | 935 | 1.095 | 1.285 | 1.545 | 1.790 | 2.065 |

Figura 7-24. Reacciones por rueda monorraíl en función de la luz de la grúa y la capacidad de carga

La geometría del puente grúa se representa en la imagen X, tanto el alzado como la planta con el fin de entender mejor el funcionamiento de este. Así como todos los parámetros geométricos para poder simular el comportamiento en el cálculo estructural.

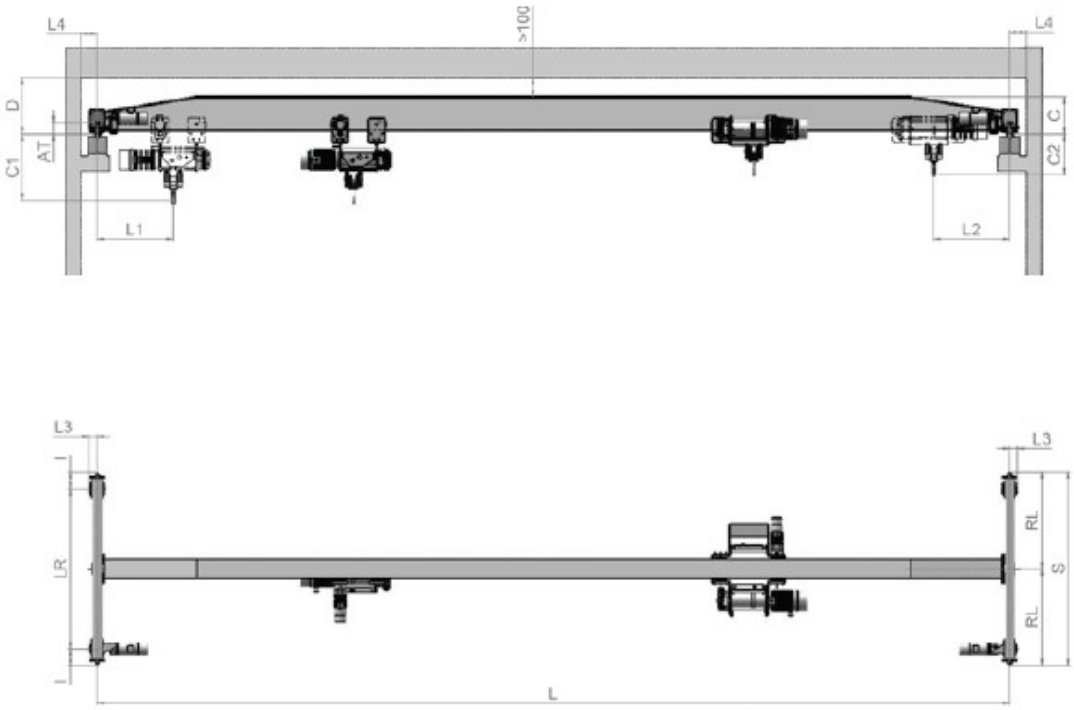



Figura 7-25. Alzado y planta de un puente grúa monorraíl

La longitud del puente grúa debe de ser de 30 m que es el ancho que tiene la zona de proceso, y la distancia que hay de pilar a pilar.

| (kg) | (m) | POLIPASTO ELÉCTRICO Tipo Type | VEL. m/min | R. (m) | L1 mm | L2 mm | L3 mm | L4 mm | AT mm | C mm | C1 mm | C2 mm | D mm | I mm | LR mm | RL mm | S mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | < 10,5 | | | | | | | | | 463 | | | 563 | | 1700 | 1080 | 2160 |
| | > 10,5 - 14,5 | AX25H0641 | 4 / 1,3 | | | | | | | 563 | | | 663 | | 2000 | 1230 | 2460 |
| | > 14,5 - 16,5 | | | | | | | | | 613 | | | 713 | | 2500 | 1480 | 2960 |
| 2,5 | > 16,5 - 22,5 | AXM25H0641 | 5 / 1,6 | 6 | 850 | 670 | 105 | 200 | 135 | 763 | 840 | 465 | 863 | 230 | 3250 | 1855 | 3710 |
| | > 22,5 - 26,5 | | | | | | | | | 913 | | | 1013 | | 4000 | 2230 | 4460 |
| | > 26,5 - 28,5 | AXR25H0641 | 6 / 2 | | | | 127 | | 155 | 1008 | 845 | 470 | 1108 | 260 | | 2260 | 4520 |
| | > 28,5 - 30 | | | | | | | | | 1108 | | | 1208 | | 4500 | 2510 | 5020 |
| | < 10.5 | | | | | | | | | 513 | | | 613 | | 1700 | 1080 | 2160 |

Figura 7-26. Características geométricas de un puente grúa monorraíl en función de la capacidad y la luz cubierta

Las cargas que el puente grúa ejerce sobre la nave varía con la posición y la dirección de este. Es por ello que debemos resolver el caso más desfavorable sobre la estructura, para validar el diseño. Esta situación se da cuando el puente grúa está frenando en uno de los extremos del puente, generando la carga máxima sobre las ruedas de ese lado y las mínimas sobre las ruedas del lado opuesto.

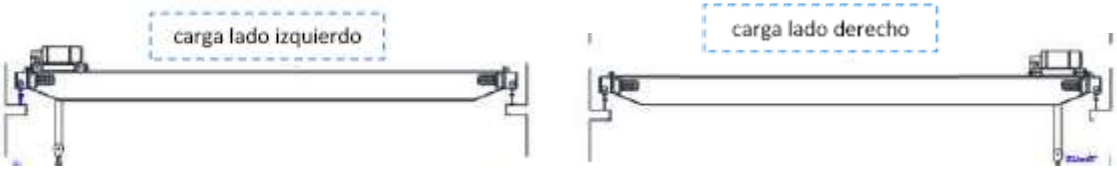



Figura 7-27. Caso más desfavorable de carga para el cálculo del puente grúa

En esta situación se generan dos tipos de cargas, unas verticales y otras horizontales. Por ejemplo, si el puente grúa estuviera frenando en el lado izquierdo tendríamos:

- Apoyo izquierdo-carga horizontal: Rmax
- Apoyo izquierdo-carga vertical: Rmax/10
- Apoyo derecho-carga horizontal: Rmin
- Apoyo derecho-carga vertical: Rmin/10

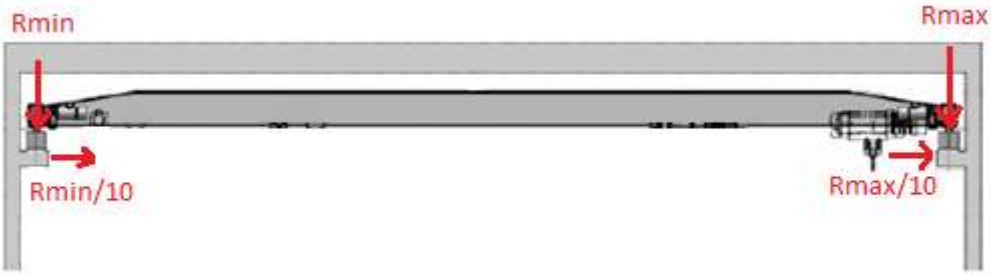



Figura 7-28. Reacciones en los apoyos del puente grúa

Por separado, habría que comprobar la estabilidad de la estructura en caso de frenado longitudinal del puente grúa cuyo valor es del orden de Rmax/7 y Rmin/7.

La viga carrilera para poder permitir el desplazamiento del puente grúa por la nave tiene toda la longitud de esta 50 m. Se apoya sobre ménsulas soldadas a los pilares a una altura de 10.17 m sobre suelo y se utiliza un perfil H. Para su dimensionamiento se aplican las cargas en uno de los pórticos intermedios, entendiendo que si da error de resistencia o flecha será aplicable en todos los pórticos.

Las cargas se aplican en el pórtico intermedio 4. Los carritos que se desplazan por las vigas carrileras tienen dos ruedas, una delantera y otra trasera, por lo que se aplican las cargas que están ejercen a la distancia relativa que hay entra ellas. Son en total cuatro puntos de apoyo del puente grúa sobre las vigas carrileras.

Los caminos de rodadura se proyectan como vigas contiguas.

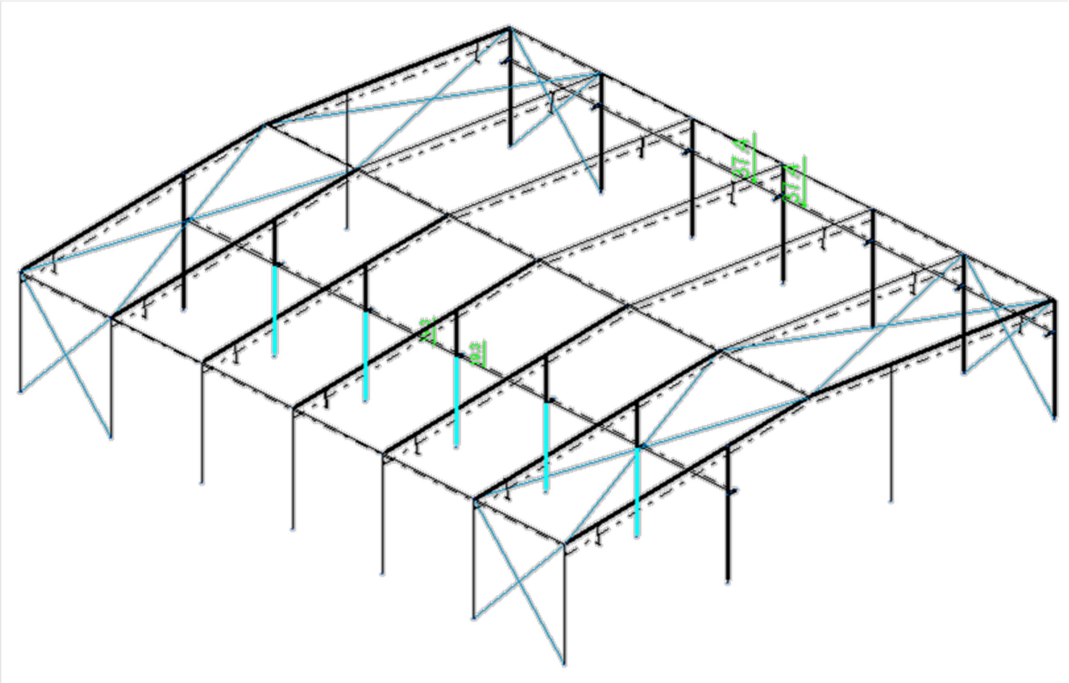


Figura 7-29. Cargas del puente grúa para el cálculo de la estructura

Dado que los pilares estaban sobre dimensionado para que los perfiles encajaran en las vigas, soportan sin necesidad de cambio de perfil los esfuerzos generados por el puente grúa.

## 7.4 Cimentaciones

Las zapatas y las vigas de atado son los elementos principales de una cimentación. Se calculará la cimentación de cada edificio por separado y en el caso del pórtico compartido en los pilares donde se apoyan ambas estructuras se optará por la solución de la nave principal, dado que en su cálculo se tuvieron en cuenta las cargas causadas por el edificio de oficinas.

El suelo que soporta la cimentación es una arcilla con grava cuya tensión máxima admisible es 0.2 MPa en situaciones persistentes y 0.3 MPa en situaciones accidentales. Se tienen en cuenta las combinaciones de viento y sismo en el cálculo. Las tensiones transmitidas de las zapatas al suelo en ningún caso supera la máxima admisible.

### 7.4.1 Edificio de oficinas

El peso soportado en el edificio de oficinas por la cimentación es inferior, por tanto las zapatas son más reducidas en comparación con las zapatas del edificio de procesos.

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Sup X: 7Ø12c/22<br>Sup Y: 7Ø12c/22<br>Inf X: 7Ø12c/22<br>Inf Y: 7Ø12c/22 |
| N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | X: 7Ø16c/20<br>Y: 7Ø16c/20 |

Figura 7-30. Descripción de las zapatas del edificio de oficinas

El edificio de oficinas tiene dos zapatas diferentes, estas zapatas comparten la misma geometría cuadrada de 150 cm de ancho y 50 cm de canto, pero tienen distinto armado. Los pilares que solo soportan el techo, es decir menos peso, tienen un armado más ligero con un diámetro de 12 cm, mientras que los pilares que soportan dos plantas tienen un armado más pesado con un diámetro de 16 cm.

### 7.4.2 Nave de procesos

En su totalidad, son zapatas cuadradas de diferentes tamaños y profundidad en función de su solicitación.

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 350.0 cm<br>Canto: 80.0 cm | Sup X: 14Ø16c/25<br>Sup Y: 14Ø16c/25<br>Inf X: 14Ø16c/25<br>Inf Y: 14Ø16c/25 |
| N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 300.0 cm<br>Canto: 70.0 cm | Sup X: 18Ø12c/16<br>Sup Y: 18Ø12c/16<br>Inf X: 18Ø12c/16<br>Inf Y: 18Ø12c/16 |
| N44, N52, N50, N48 y N46 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 275.0 cm<br>Canto: 65.0 cm | Sup X: 16Ø12c/17<br>Sup Y: 16Ø12c/17<br>Inf X: 16Ø12c/17<br>Inf Y: 16Ø12c/17 |

Figura 7-31. Descripción de las zapatas de la nave de procesos

En la planta principal, hay en total tres tipos diferentes de zapatas, el primero de ellos el de mayor tamaño, corresponde a los pilares de los pórticos 2 y 4, el segundo modelo es el de los pilares exteriores y el último de ellos los pilares interiores.

Las tensiones que se han tenido en cuenta para su dimensionamiento son las siguientes:

- Tensión media en situaciones persistentes
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento

Además para todo el catálogo de dimensiones se ha realizado comprobaciones de

- Vuelco en la zapata
- Flexión en la zapata
- Cortante en la zapata
- Compresión oblicua en la zapata
- Canto mínimo
- Espacio para arranques en la cimentación
- Cuentía geométrica mínima
- Cuantia mínima necesaria por flexión
- Diámetro mínimo de las barras
- Separación máxima entre barras
- Separación mínima entre barras
- Longitud de anclaje

El resumen de la medición en peso de la cimentación del edificio de oficinas es, teniendo en cuenta un 10% en mermas:

| | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Ø12 | Ø16 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | 8x38.28 | | 306.24 | 8x1.13 | 8x0.23 |
| Referencias: N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | | 13x34.03 | 442.39 | 13x1.13 | 13x0.23 |
| Totales | 306.24 | 442.39 | 748.63 | 23.63 | 4.73 |

Figura 7-32. Resumen de medición por CYPECAD 3D para la cimentación del edificio de oficinas

| Elemento | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ø12 | Ø16 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | | 8x330.57 | 2644.56 | 8x9.80 | 8x1.23 |
| Referencias: N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | 10x203.90 | | 2039.00 | 10x6.30 | 10x0.90 |
| Referencias: N44, N52, N50, N48 y N46 | 5x165.62 | | 828.10 | 5x4.92 | 5x0.76 |
| Totales | 2867.10 | 2644.56 | 5511.66 | 165.98 | 22.58 |

Figura 7-33. Resumen de medición por CYPECAD 3D para la cimentación de la nave industrial

El consumo total de elementos constructivos sumando ambas edificaciones es de 165.98 $m^3$ de hormigón y 5511,66 kg de B 400 S

| ELEMENTO | Φ12 | Φ16 | TOTAL | HA-25 | LIMPEZA |
|---|---|---|---|---|---|
| EDIF. OFICINAS | 306,24 | 446,39 | 748,63 | 23,63 | 4,73 |
| EDIF. PROCESO | 2867,10 | 2644,56 | 5511,66 | 165,98 | 22,58 |
| TOTAL | 3173,34 | 3090,95 | 6260,29 | 189,61 | 27,31 |

Figura 7-34. Resumen de medición de la obra completa

# REFERENCIAS

[1] Atlas Copco, Manual de aire comprimido 7ª edición.

[2] Perry, Manual del Ingeniero Químico 6ª edicion, Mc Graw Hill.

[3] B. 303, *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.*

[4] Ebara, *Software de cálculo y selección de equipos contra incendios.*

[5] M. d. T. y. A. sSciales, *Real Decreto 486/1997,* BOE, 1994.

[6] P. D. V. Pérez, *Medidas preventivas organizacionales,* Sevilla, 2018.

[7] *DIALux evo manual,* 2016.

[8] C. I. S.A., *CYPE 3D Ejemplo práctico.*

[9] Autor, «Este es el ejemplo de una cita,» *Tesis Doctoral,* vol. 2, nº 13, 2012.

[10] O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista,* p. 12, 2001.

[11] Atlas Copco, MA.

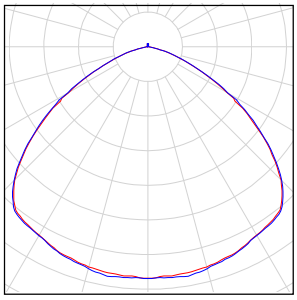
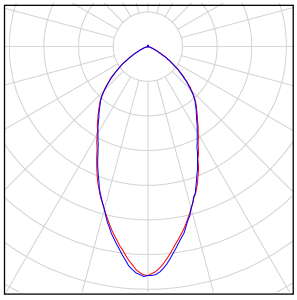
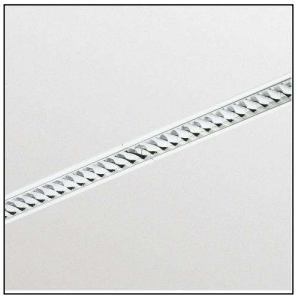
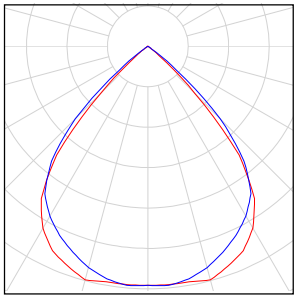
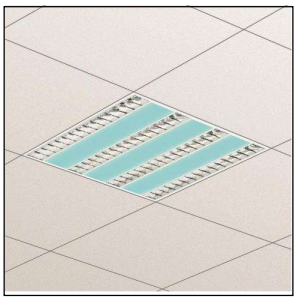
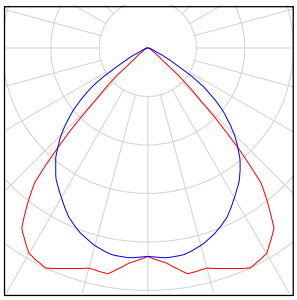
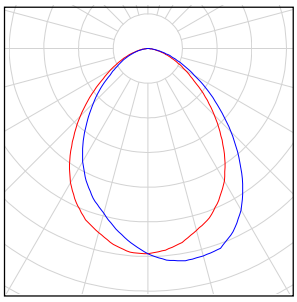
[12] Atlas Copco, *Compresores de tornillo rotativo con inyección de aceite.*

[13] Ministerio de Fomento, «www.fomento.gob.es,» [En línea]. Available: https://www.fomento.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte/pesos-y-dimensiones/altura-y-anchura-maximas/anchura-maxima. [Último acceso: 21 10 2018].

[14] Neufert, Arte de proyectar en arquitectura, Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1986.

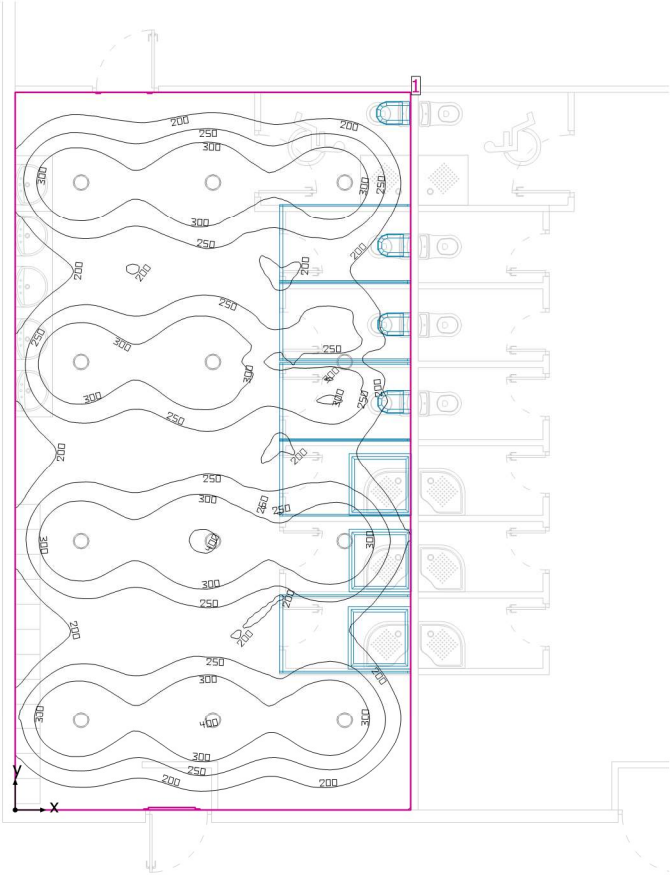
[15] J. R. Pobo, *Proyecto ejecutivo de las instalaciones de una planta de inyección de plásticos para la fabricación de cubos destinados a la higiene doméstica,* Terrassa, 2014.

# Oficinas.1

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz) | | |
|---|---|---|---|
| 26 | NIKKON - S6129 Colossal H1000IP65 RAL22MFW<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xHPMV 1000W Bulb Lamp<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 76.81%<br>Flujo luminoso de lámparas: 64000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 49158 lm<br>Potencia: 1041.8 W<br>Rendimiento lumínico: 47.2 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xHPMV 1000W Bulb Lamp: CCT 4100 K, CRI 40 |  |  |
| 14 | NIKKON - S6129 S40IP65 RAL18W<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xHPS 400W Bulb Lamp<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 76.29%<br>Flujo luminoso de lámparas: 47000 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 35859 lm<br>Potencia: 428.0 W<br>Rendimiento lumínico: 83.8 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xHPS 400W Bulb Lamp: CCT 2000 K, CRI 25 |  |  |
| 19 | Philips Lighting - TBS417 1xTL5-73W HFP T C8-VH<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xTL5-73W/835<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 96.74%<br>Flujo luminoso de lámparas: 6550 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 6337 lm<br>Potencia: 81.0 W<br>Rendimiento lumínico: 78.2 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xTL5-73W/835: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |
| 25 | Philips Lighting - TBS464 SQR 4xTL5-13W HFP D8-VH IPC-WH<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 4xTL5-13W/840<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 94.41%<br>Flujo luminoso de lámparas: 4600 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 4343 lm<br>Potencia: 59.0 W<br>Rendimiento lumínico: 73.6 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>4xTL5-13W/840: CCT 3000 K, CRI 100 |  |  |
| 26 | WILA - T26010-03 + 81010R23 Tentec Deckeneinbauleuchte, Streuscheibe<br>Emisión de luz 1<br>Lámpara: 1xTC-TELI 42W<br>Grado de eficacia de funcionamiento: 59.44%<br>Flujo luminoso de lámparas: 3200 lm<br>Flujo luminoso de las luminarias: 1902 lm<br>Potencia: 44.0 W<br>Rendimiento lumínico: 43.2 lm/W<br><br>Indicaciones colorimétricas<br>1xTC-TELI 42W: CCT 4000 K, CRI 82 |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 2644650 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2058564 lm, Potencia total: 37236.8 W, Rendimiento lumínico: 55.3 lm/W

# Local 1



Altura interior del local: 2.470 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

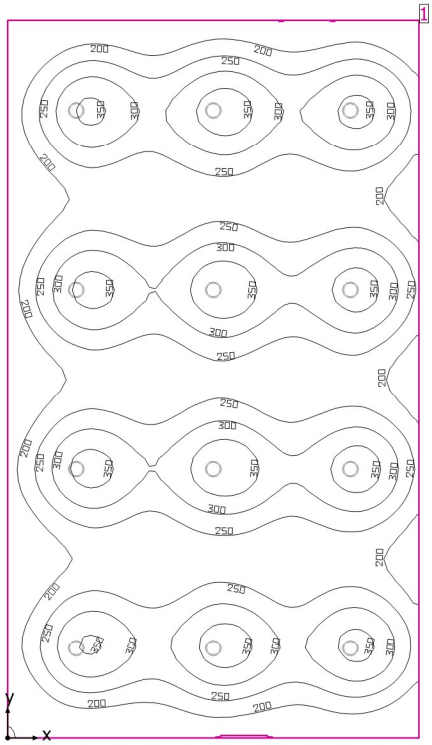
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 1 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 255 (≥ 500) | 99.7 | 409 | 0.39 | 0.24 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 12 | WILA - T26010-03 + 81010R23 Tentec Deckeneinbauleuchte, Streuscheibe | 1902 | 44.0 | 43.2 |
| | Suma total de luminarias | 22824 | 528.0 | 43.2 |

Potencia específica de conexión: 7.25 W/m² = 2.84 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 72.83 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 910 - 1450 kWh/a de un máximo de 2600 kWh/a

# Local 2




Altura interior del local: 2.470 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

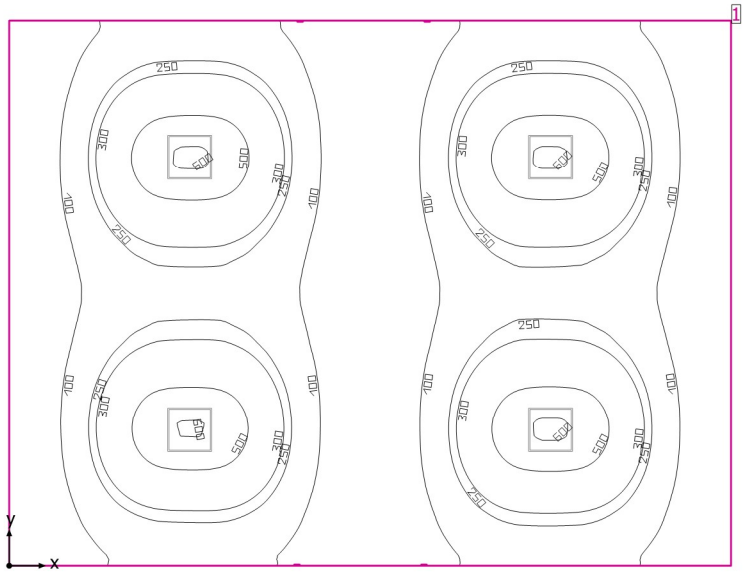
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 2 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 256 (≥ 500) | 96.2 | 394 | 0.38 | 0.24 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 12 | WILA - T26010-03 + 81010R23 Tentec Deckeneinbauleuchte, Streuscheibe | 1902 | 44.0 | 43.2 |
| | Suma total de luminarias | 22824 | 528.0 | 43.2 |

Potencia específica de conexión: 6.97 W/m² = 2.73 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 75.75 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 1250 - 1450 kWh/a de un máximo de 2700 kWh/a

# Local 4




Altura interior del local: 2.470 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

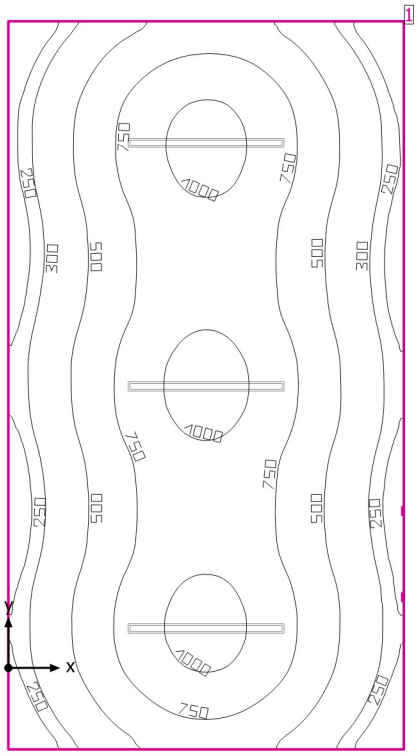
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 4 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 216 (≥ 300) | 28.8 | 606 | 0.13 | 0.048 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Philips Lighting - TBS464 SQR 4xTL5-13W HFP D8-VH IPC-WH | 4343 | 59.0 | 73.6 |
| | Suma total de luminarias | 17372 | 236.0 | 73.6 |

Potencia específica de conexión: 3.25 W/m² = 1.51 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 72.52 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 410 - 650 kWh/a de un máximo de 2550 kWh/a

# Local 10




Altura interior del local: 3.127 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

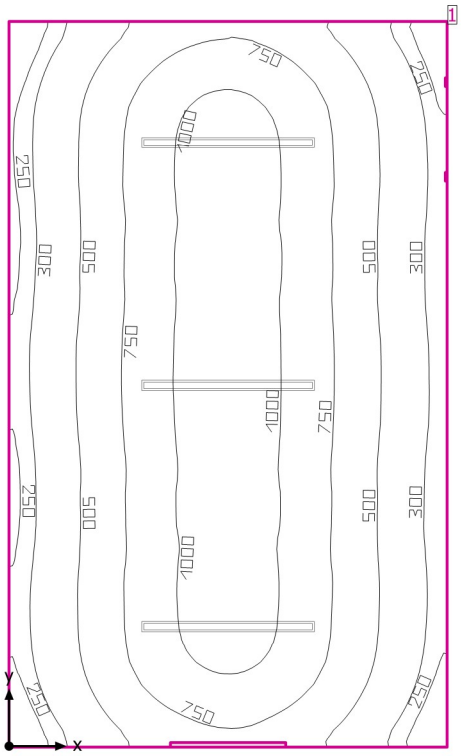
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 10 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 616 (≥ 500) | 160 | 1082 | 0.26 | 0.15 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Philips Lighting - TBS417 1xTL5-73W HFP T C8-VH | 6337 | 81.0 | 78.2 |
| | Suma total de luminarias | 19011 | 243.0 | 78.2 |

Potencia específica de conexión: 9.14 W/m² = 1.48 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 26.60 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 500 - 670 kWh/a de un máximo de 950 kWh/a

# Local 11




Altura interior del local: 3.242 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

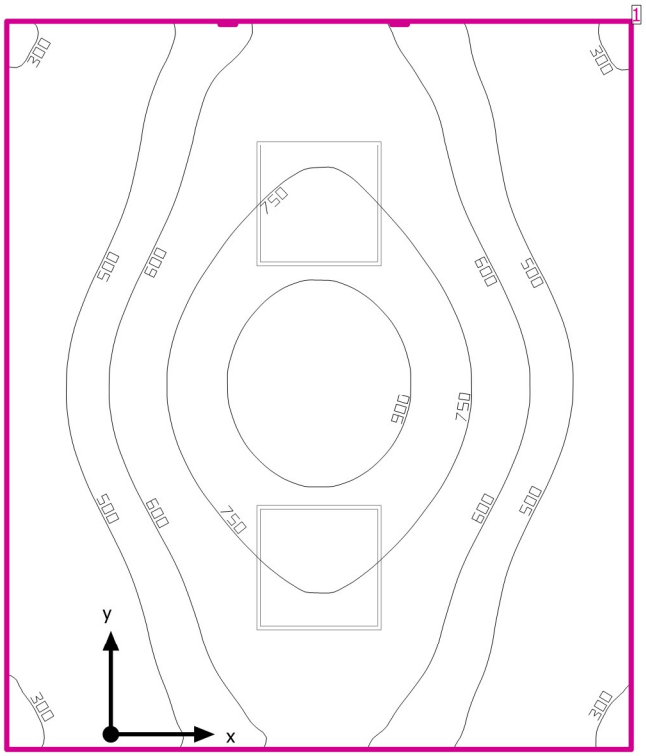
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 11 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 671 (≥ 500) | 182 | 1110 | 0.27 | 0.16 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Philips Lighting - TBS417 1xTL5-73W HFP T C8-VH | 6337 | 81.0 | 78.2 |
| | Suma total de luminarias | 19011 | 243.0 | 78.2 |

Potencia específica de conexión: 10.15 W/m² = 1.51 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 23.94 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 420 - 670 kWh/a de un máximo de 850 kWh/a

# Local 12




Altura interior del local: 3.242 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

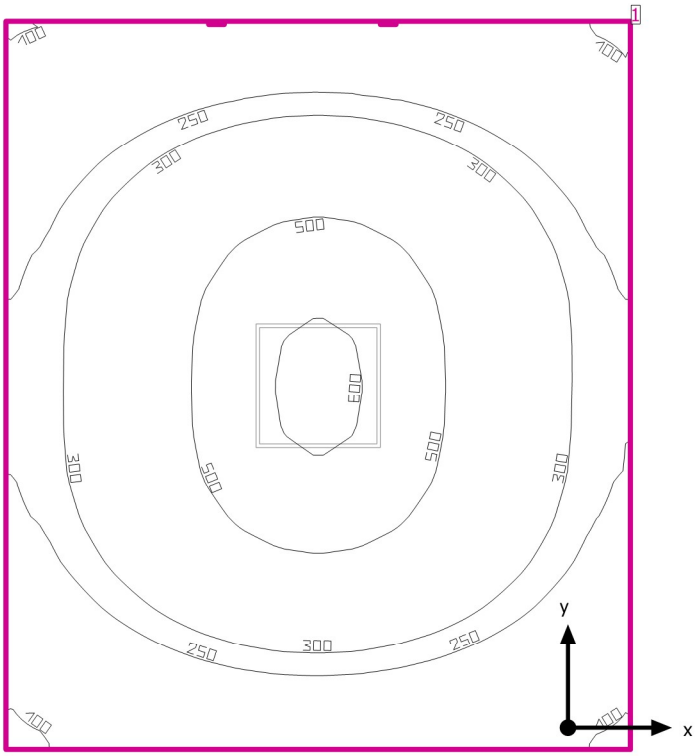
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 12 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 589 (≥ 500) | 280 | 1000 | 0.48 | 0.28 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 2 | Philips Lighting - TBS464 SQR 4xTL5-13W HFP D8-VH IPC-WH | 4343 | 59.0 | 73.6 |
| | Suma total de luminarias | 8686 | 118.0 | 73.6 |

Potencia específica de conexión: 11.24 W/m² = 1.91 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 10.50 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 200 - 320 kWh/a de un máximo de 400 kWh/a

# Local 13




Altura interior del local: 3.242 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

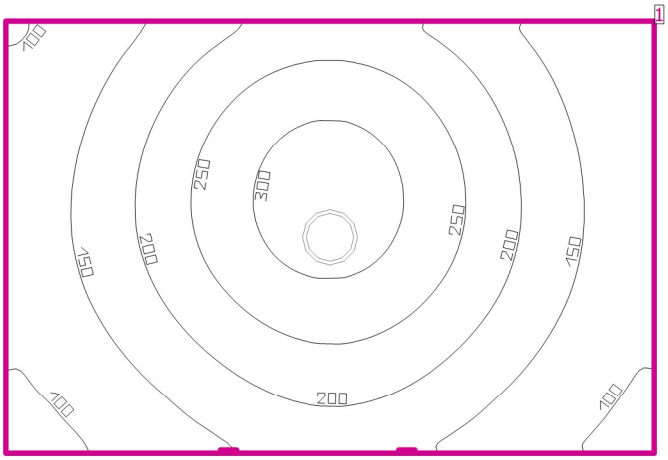
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 13 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 325 (≥ 500) | 91.9 | 614 | 0.28 | 0.15 |

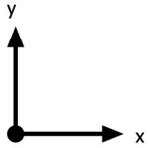
| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Philips Lighting - TBS464 SQR 4xTL5-13W HFP D8-VH IPC-WH | 4343 | 59.0 | 73.6 |
| | Suma total de luminarias | 4343 | 59.0 | 73.6 |

Potencia específica de conexión: 5.62 W/m² = 1.73 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 10.50 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 100 - 160 kWh/a de un máximo de 400 kWh/a

# Local 17




Altura interior del local: 3.040 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

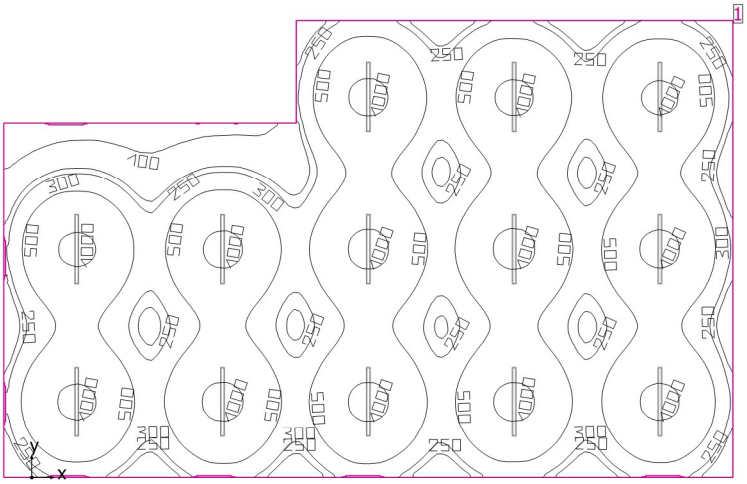
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 17 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 192 (≥ 500) | 83.2 | 329 | 0.43 | 0.25 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | WILA - T26010-03 + 81010R23 Tentec Deckeneinbauleuchte, Streuscheibe | 1902 | 44.0 | 43.2 |
| | Suma total de luminarias | 1902 | 44.0 | 43.2 |

Potencia específica de conexión: 7.33 W/m² = 3.83 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 6.00 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 120 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a

# Local 19



Altura interior del local: 2.470 m, Grado de reflexión: Techo 70.3%, Paredes 62.2%, Suelo 25.8%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

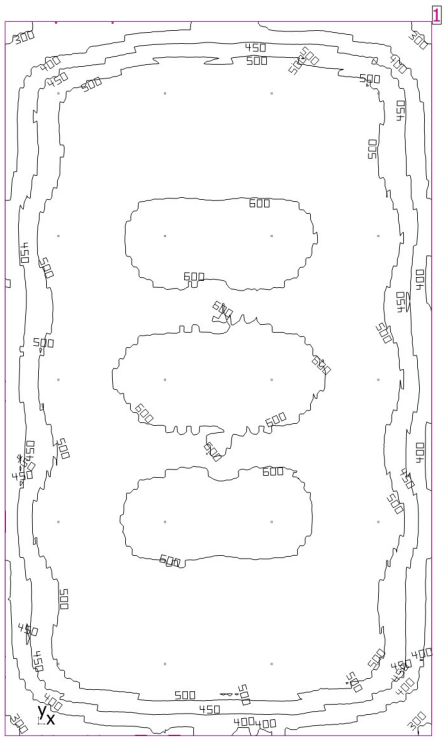
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 19 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 547 (≥ 500) | 60.8 | 1087 | 0.11 | 0.056 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Philips Lighting - TBS417 1xTL5-73W HFP T C8-VH | 6337 | 81.0 | 78.2 |
| | Suma total de luminarias | 82381 | 1053.0 | 78.2 |

Potencia específica de conexión: 7.49 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 140.67 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 2400 - 2900 kWh/a de un máximo de 4950 kWh/a

# Local 20



Altura interior del local: 9.016 m hasta 10.751 m, Grado de reflexión: Techo 70.5%, Paredes 62.2%, Suelo 22.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

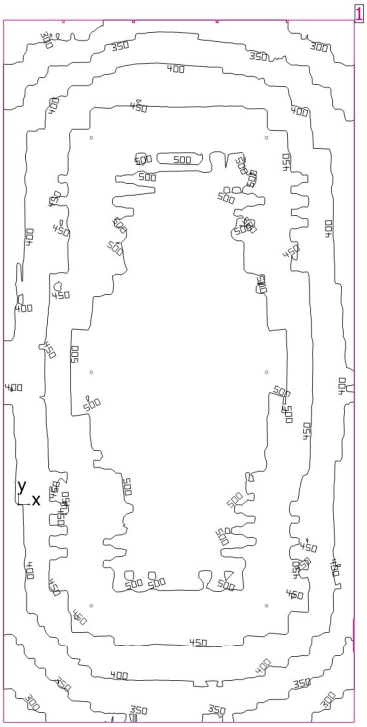
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 20 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 529 (≥ 500) | 263 | 647 | 0.50 | 0.41 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 20 | NIKKON - S6129 Colossal H1000IP65 RAL22MFW | 49158 | 1041.8 | 47.2 |
| | Suma total de luminarias | 983160 | 20836.0 | 47.2 |

Potencia específica de conexión: 14.19 W/m² = 2.68 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 1468.16 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 57300 kWh/a de un máximo de 51400 kWh/a

# Local 21




Altura interior del local: 10.152 m, Grado de reflexión: Techo 70.5%, Paredes 62.2%, Suelo 22.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

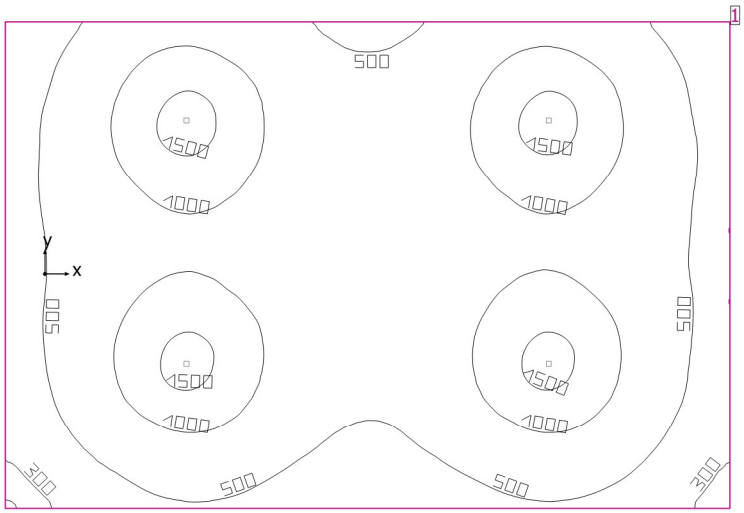
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 21 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 446 (≥ 500) | 261 | 546 | 0.59 | 0.48 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 6 | NIKKON - S6129 Colossal H1000IP65 RAL22MFW | 49158 | 1041.8 | 47.2 |
| | Suma total de luminarias | 294948 | 6250.8 | 47.2 |

Potencia específica de conexión: 14.63 W/m² = 3.28 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 427.25 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 17200 kWh/a de un máximo de 15000 kWh/a

# Local 22




Altura interior del local: 6.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.5%, Paredes 62.2%, Suelo 22.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

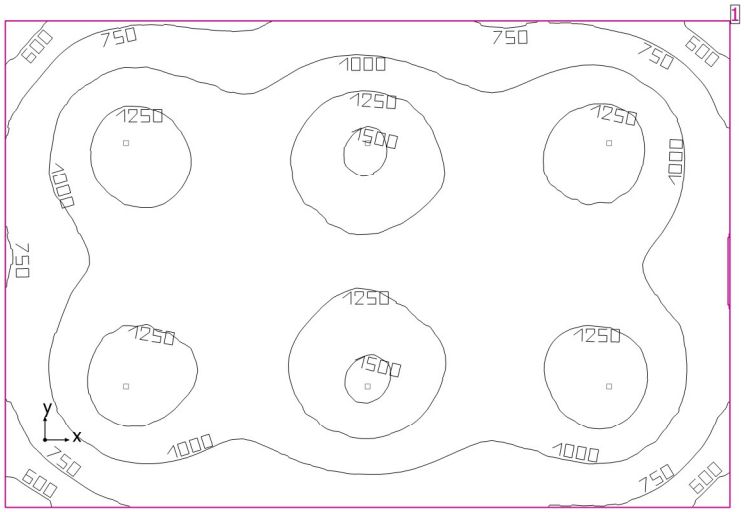
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 22 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 772 (≥ 500) | 244 | 1728 | 0.32 | 0.14 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 4 | NIKKON - S6129 S40IP65 RAL18W | 35859 | 428.0 | 83.8 |
| | Suma total de luminarias | 143436 | 1712.0 | 83.8 |

Potencia específica de conexión: 11.97 W/m² = 1.55 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 143.08 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 4700 kWh/a de un máximo de 5050 kWh/a

# Local 23




Altura interior del local: 6.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.5%, Paredes 62.2%, Suelo 22.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

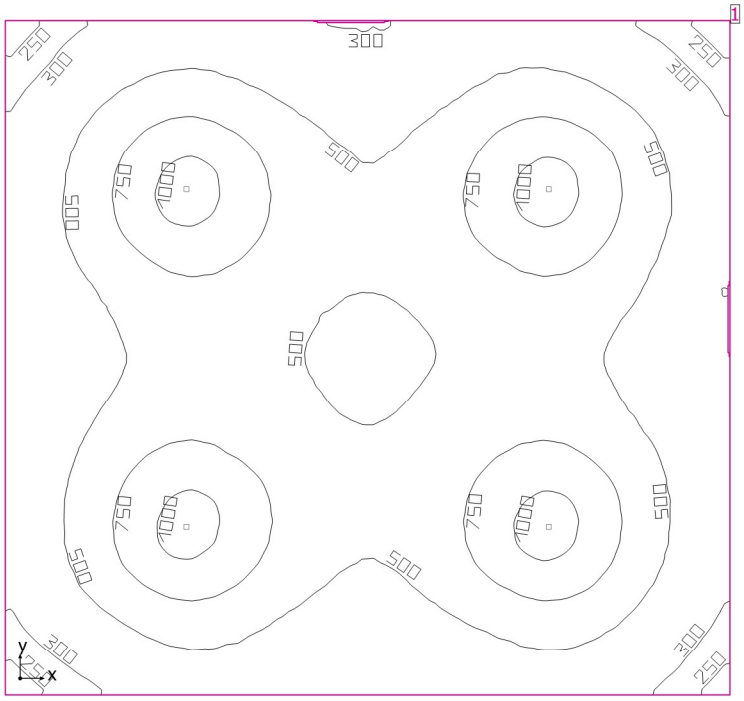
| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 23 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 1074 (≥ 500) | 523 | 1566 | 0.49 | 0.33 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 6 | NIKKON - S6129 S40IP65 RAL18W | 35859 | 428.0 | 83.8 |
| | Suma total de luminarias | 215154 | 2568.0 | 83.8 |

Potencia específica de conexión: 17.95 W/m² = 1.67 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 143.08 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 7050 kWh/a de un máximo de 5050 kWh/a

# Local 25




Altura interior del local: 5.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.5%, Paredes 62.2%, Suelo 22.3%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

| | Superficie | Resultado | Media (Nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Plano útil 25 | Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx]<br>Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m | 557 (≥ 500) | 224 | 1127 | 0.40 | 0.20 |

| # | Luminaria | Φ(Luminaria) [lm] | Potencia [W] | Rendimiento lumínico [lm/W] |
|---|---|---|---|---|
| 4 | NIKKON - S6129 S40IP65 RAL18W | 35859 | 428.0 | 83.8 |
| | Suma total de luminarias | 143436 | 1712.0 | 83.8 |

Potencia específica de conexión: 8.62 W/m² = 1.55 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 198.56 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 4700 kWh/a de un máximo de 7000 kWh/a

# Listado de pórticos



Datos de la obra

Separación entre pórticos: 7.50 m
Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 1.42 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.40 kN/m²

Con cerramiento en laterales
- Peso del cerramiento: 0.00 kN/m²

Normas y combinaciones

| | |
|---|---|
| Perfiles conformados | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Perfiles laminados | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A
Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal
Periodo de servicio (años): 50
Profundidad nave industrial: 45.00
Con huecos:
- Area izquierda: 0.00
- Altura izquierda: 0.00
- Area derecha: 0.00
- Altura derecha: 0.00
- Area frontal: 0.00
- Altura frontal: 0.00
- Area trasera: 9.00
- Altura trasera: 1.50

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior
3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior
5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior
6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
7 - V(90°) H3: Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior
8 - V(90°) H4: Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
9 - V(180°) H1: Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
10 - V(180°) H2: Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
11 - V(270°) H1: Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
12 - V(270°) H2: Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior
13 - V(270°) H3: Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
14 - V(270°) H4: Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 6
Altitud topográfica: 345.00 m
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:
1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
2 - N(R): Nieve (redistribución)

Aceros en perfiles

| Tipo acero | Acero | Lim. elástico MPa | Módulo de elasticidad GPa |
|---|---|---|---|
| Acero laminado | S275 | 275 | 210 |

| Datos de pórticos | | | |
|---|---|---|---|
| Pórtico | Tipo exterior | Geometría | Tipo interior |
| 1 | Un agua | Luz total: 7.00 m<br>Alero izquierdo: 6.00 m<br>Alero derecho: 6.00 m | Pórtico rígido |
| 2 | Un agua | Luz total: 7.00 m<br>Alero izquierdo: 6.00 m<br>Alero derecho: 6.00 m | Pórtico rígido |

Cargas en barras

Pórtico 1

| Barra | Hipótesis | Tipo | Posición | Valor | Orientación |
|---|---|---|---|---|---|
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 3.19 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 3.19 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Uniforme | --- | 3.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Uniforme | --- | 3.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.80 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.80 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.15 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 0.58 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.15 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 0.58 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Carga permanente | Uniforme | --- | 6.27 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Sobrecarga de uso | Uniforme | --- | 1.50 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.17 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.17/0.86 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.86/1.00 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Faja | 0.00/0.17 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Faja | 0.17/0.86 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Faja | 0.86/1.00 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 1.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.17 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.17/0.86 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.86/1.00 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Faja | 0.00/0.17 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Faja | 0.17/0.86 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Faja | 0.86/1.00 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 1.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Faja | 0.00/0.43 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Faja | 0.43/1.00 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Uniforme | --- | 2.39 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.43 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.43/1.00 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.05 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Faja | 0.00/0.43 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Faja | 0.43/1.00 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Uniforme | --- | 2.42 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.43 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.43/1.00 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.09 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

| Barra | Hipótesis | Tipo | Posición | Valor | Orientación |
|---|---|---|---|---|---|
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Nieve (estado inicial) | Uniforme | --- | 0.75 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Nieve (redistribución) | Uniforme | --- | 0.38 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.80 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 0.73 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.80 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 0.73 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Uniforme | --- | 2.48 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.15 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Uniforme | --- | 2.48 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.15 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.66 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 1.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 1.76 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Carga permanente | Uniforme | --- | 6.27 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Sobrecarga de uso | Uniforme | --- | 1.50 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 1.98 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 1.07 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior | Uniforme | --- | 0.87 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior | Uniforme | --- | 1.79 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.14 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.14/0.83 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.83/1.00 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.14 (R) | 0.46 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.14/0.83 (R) | 1.61 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.83/1.00 (R) | 3.64 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.57 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.57/1.00 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.05 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Faja | 0.00/0.57 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Faja | 0.57/1.00 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior | Uniforme | --- | 0.48 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.57 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Faja | 0.57/1.00 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.09 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Faja | 0.00/0.57 (R) | 0.81 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Faja | 0.57/1.00 (R) | 1.22 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior | Uniforme | --- | 0.52 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Nieve (estado inicial) | Uniforme | --- | 0.75 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Nieve (redistribución) | Uniforme | --- | 0.38 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.
EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

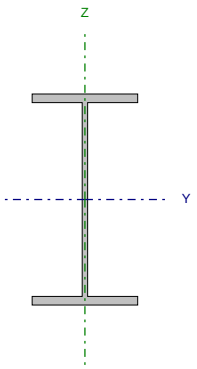
| Datos de correas de cubierta | |
|---|---|
| Descripción de correas | Parámetros de cálculo |
| Tipo de perfil: IPE 240 | Límite flecha: L |
| Separación: 1.20 m | Número de vanos: U |
| Tipo de Acero: S275 | Tipo de fijación: C |

Comprobación de resistencia

| Comprobación de resistencia |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Aprovechamiento: 93.17 % |

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 240
Material: S275




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | $I_y$ (1) (cm4) | $I_z$ (1) (cm4) | $I_t$ (2) (cm4) |
| 7.600, 45.000, 6.000 | 7.600, 37.500, 6.000 | 7.500 | 39.10 | 3892.00 | 284.00 | 12.90 |

*Notas:*
*(1) Inercia respecto al eje indicado*
*(2) Momento de inercia a torsión uniforme*

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. |
| β | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| $L_K$ | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 |
| $C_m$ | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| $C_1$ | - | | 1.000 | |

*Notación:*
*b: Coeficiente de pandeo*
*$L_K$: Longitud de pandeo (m)*
*$C_m$: Coeficiente de momentos*
*$C_1$: Factor de modificación para el momento crítico*

| Barra | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{\lambda}$ | $\lambda_w$ | $N_t$ | $N_c$ | $M_y$ | $M_z$ | $V_z$ | $V_y$ | $M_yV_z$ | $M_zV_y$ | $NM_yM_z$ | $NM_yM_zV_yV_z$ | $M_t$ | $M_yV_z$ | $M_yV_y$ | |
| Pésima en cubierta | N.P.(1) | x: 1.25 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $N_{Ed}$ = 0.00 N.P.(2) | $N_{Ed}$ = 0.00 N.P.(3) | x: 3.75 m η = 93.2 | $M_{Ed}$ = 0.00 N.P.(4) | x: 0 m η = 6.4 | $V_{Ed}$ = 0.00 N.P.(5) | x: 1.25 m η < 0.1 | N.P.(6) | N.P.(7) | N.P.(8) | $M_{Ed}$ = 0.00 N.P.(9) | N.P.(10) | N.P.(10) | CUMPLE h = 93.2 |

*Notación:*
*$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez*
*$\lambda_w$: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
*$N_t$: Resistencia a tracción*
*$N_c$: Resistencia a compresión*
*$M_y$: Resistencia a flexión eje Y*
*$M_z$: Resistencia a flexión eje Z*
*$V_z$: Resistencia a corte Z*
*$V_y$: Resistencia a corte Y*
*$M_yV_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
*$M_zV_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
*$NM_yM_z$: Resistencia a flexión y axil combinados*
*$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
*$M_t$: Resistencia a torsión*
*$M_yV_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
*$M_yV_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
*x: Distancia al origen de la barra*
*h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
*N.P.: No procede*

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*
*(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.*
*(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
*(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
*(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
*(5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
*(6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
*(7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
*(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
*(9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
*(10) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*



## Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

## Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

35.55 £ 246.95 ✓

Donde:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $h_w$: Altura del alma. | $h_w$ | : | 220.40 | mm |
| $t_w$: Espesor del alma. | $t_w$ | : | 6.20 | mm |
| $A_w$: Área del alma. | $A_w$ | : | 13.66 | cm² |
| $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. | $A_{fc,ef}$ | : | 11.76 | cm² |
| k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. | k | : | 0.30 | |
| E: Módulo de elasticidad. | E | : | 210000 | MPa |
| $f_{yf}$: Límite elástico del acero del ala comprimida. | $f_{yf}$ | : | 275.00 | MPa |

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

## Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$ h : 0.281 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ h : 0.932 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo 7.600, 45.000, 6.000, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V(0°) H2.

$M_{Ed}^{+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^{+}$ : 26.99 kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^{-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^{-}$ : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{c,Rd}$ : 96.12 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$ : 367.00 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.90 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}$ : 28.97 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$ : 367.00 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.90 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa

$g_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M1}$ : 1.05

$c_{LT}$: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ $c_{LT}$ : 0.30

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ $f_{LT}$ : 2.09

$a_{LT}$: Coeficiente de imperfección elástica. $a_{LT}$ : 0.21

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ `$l_{LT}$ : 1.69

$M_{cr}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral. $M_{cr}$ : 35.18 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral $M_{cr}$ se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

$M_{LTv}$: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$ $M_{LTv}$ : 33.07 kN·m

$M_{LTw}$: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$ $M_{LTw}$ : 12.02 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y}$ : 324.33 cm³

$I_z$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z$ : 284.00 cm4

$I_t$: Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t$ : 12.90 cm4

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

$L_c^+$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $L_c^+$ : 7.500 m

$L_c^-$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $L_c^-$ : 7.500 m

$C_1$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $C_1$ : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. $i_{f,z}^+$ : 3.17 cm

$i_{f,z}^-$ : 3.17 cm



## Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

## Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.064 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 7.600, 45.000, 6.000, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V(0°) H2.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 14.40 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$ : 225.00 kN

Donde:

$A_v$: Área transversal a cortante. $A_v$ : 14.88 cm²

$$\mathbf{A_V} = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 240.00 mm

$t_w$: Espesor del alma. $t_w$ : 6.20 mm

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.90 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

35.55 < 64.71 ✓

Donde:

$l_w$: Esbeltez del alma. $l_w$ : 35.55

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$ : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$: Límite elástico de referencia. $f_{ref}$ : 235.00 MPa

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.00 MPa

## Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

## Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $V_{Ed}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 9.60 \text{ kN} \leq 112.50 \text{ kN}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.250 m del nudo 7.600, 45.000, 6.000, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V(0°) H2.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : *9.60* kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : *225.00* kN

## Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

## Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Porcentajes de aprovechamiento: |
| - Flecha: 67.74 % |

Coordenadas del nudo inicial: 7.600, 45.000, 6.000
Coordenadas del nudo final: 7.600, 37.500, 6.000
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H2 a una distancia 3.750 m del origen en el primer vano de la correa.
(Iy = 3892 cm4) (Iz = 284 cm4)

| Medición de correas | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de correas | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m² |
| Correas de cubierta | 14 | 429.71 | 0.30 |

# ÍNDICE

# 1.- DATOS DE OBRA

## 1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categorías de uso

B. Zonas administrativas

G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

## 1.2.- Estados límite

| | |
|---|---|
| E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

### 1.2.1.- Situaciones de proyecto



Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$ Acción permanente
$P_k$ Acción de pretensado
$Q_k$ Acción variable
$\gamma_G$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_P$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

| Persistente o transitoria | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad (γ) | | Coeficientes de combinación (ψ) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q - Uso B) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.700 |
| Sobrecarga (Q - Uso G1) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.600 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.500 |

| Persistente o transitoria (G1) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad (γ) | | Coeficientes de combinación (ψ) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q - Uso B) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Sobrecarga (Q - Uso G1) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |

Desplazamientos

| Acciones variables sin sismo | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad (γ) | |
| | Favorable | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q - Uso B) | 0.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q - Uso G1) | 0.000 | 1.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.000 |



## 1.2.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

| | |
|---|---|
| PP | Peso propio |
| Q 1 (B) | Sobrecarga uso admi (Uso B. Zonas administrativas) |
| Q (G1) | Sobrecarga de uso (Uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables) |
| V(0°) H1 | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(0°) H2 | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior |
| V(0°) H3 | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(0°) H4 | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior |
| V(90°) H1 | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior |
| V(90°) H2 | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(90°) H3 | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 Presión interior |
| V(90°) H4 | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(180°) H1 | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(180°) H2 | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(270°) H1 | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(270°) H2 | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior |
| V(270°) H3 | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(270°) H4 | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 Succión interior |
| N(EI) | Nieve (estado inicial) |
| N(R) | Nieve (redistribución) |

| Comb. | PP | Q 1 (B) | Q (G1) | V(0°) H1 | V(0°) H2 | V(0°) H3 | V(0°) H4 | V(90°) H1 | V(90°) H2 | V(90°) H3 | V(90°) H4 | V(180°) H1 | V(180°) H2 | V(270°) H1 | V(270°) H2 | V(270°) H3 | V(270°) H4 | N(EI) | N(R) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | 1.000 | |
| 117 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 1.000 | |
| 118 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 1.000 | |
| 119 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 1.000 | |
| 120 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | 1.000 | |
| 121 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 122 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 123 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 124 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 125 | 1.000 | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 126 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 127 | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 128 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 129 | 1.000 | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 130 | 1.000 | 1.000 | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 131 | 1.000 | | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 132 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 133 | 1.000 | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 134 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 135 | 1.000 | | 1.000 | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 136 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 137 | 1.000 | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 138 | 1.000 | 1.000 | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 139 | 1.000 | | 1.000 | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 140 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 141 | 1.000 | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 142 | 1.000 | 1.000 | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 143 | 1.000 | | 1.000 | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 144 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 |
| 145 | 1.000 | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 |
| 146 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 |
| 147 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 |
| 148 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 |
| 149 | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 |
| 150 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 |
| 151 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 |
| 152 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 |
| 153 | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | 1.000 |
| 154 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | 1.000 |
| 155 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | 1.000 |
| 156 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | | 1.000 |
| 157 | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | 1.000 |
| 158 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | 1.000 |
| 159 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | 1.000 |
| 160 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | | 1.000 |
| 161 | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | 1.000 |
| 162 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | 1.000 |
| 163 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | 1.000 |
| 164 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | | 1.000 |
| 165 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | 1.000 |
| 166 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | 1.000 |
| 167 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | 1.000 |
| 168 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | | 1.000 |
| 169 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | 1.000 |
| 170 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | 1.000 |
| 171 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | 1.000 |
| 172 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | | 1.000 |
| 173 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | 1.000 |
| 174 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | 1.000 |
| 175 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | 1.000 |
| 176 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | | 1.000 |
| 177 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | 1.000 |
| 178 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | 1.000 |
| 179 | 1.000 | | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | 1.000 |
| 180 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | 1.000 | | 1.000 |



# 2.- ESTRUCTURA

## 2.1.- Geometría

### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x$, $\Delta_y$, $\Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x$, $\theta_y$, $\theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

| Nudos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | |
| N1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N2 | 0.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N3 | 0.000 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N4 | 0.000 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N5 | 0.000 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N6 | 0.000 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

| Nudos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | |
| N7 | 7.500 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N8 | 7.500 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N9 | 7.500 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N10 | 7.500 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N11 | 7.500 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N12 | 7.500 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N13 | 15.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N14 | 15.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N15 | 15.000 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N16 | 15.000 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N17 | 15.000 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N18 | 15.000 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N19 | 22.500 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N20 | 22.500 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N21 | 22.500 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N22 | 22.500 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N23 | 22.500 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N24 | 22.500 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N25 | 30.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N26 | 30.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N27 | 30.000 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N28 | 30.000 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N29 | 30.000 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N30 | 30.000 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N31 | 37.500 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N32 | 37.500 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N33 | 37.500 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N34 | 37.500 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N35 | 37.500 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N36 | 37.500 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N37 | 45.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N38 | 45.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N39 | 45.000 | 7.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N40 | 45.000 | 7.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N41 | 45.000 | 14.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N42 | 45.000 | 14.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N43 | 45.000 | 0.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N44 | 45.000 | 14.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N45 | 45.000 | 7.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N46 | 22.500 | 14.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N47 | 30.000 | 14.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N48 | 37.500 | 14.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N49 | 22.500 | 0.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N50 | 22.500 | 7.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N51 | 30.000 | 0.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

| Nudos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | |
| N52 | 37.500 | 0.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N53 | 37.500 | 7.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N54 | 30.000 | 7.000 | 3.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

## 2.1.2.- Barras

### *2.1.2.1.- Materiales utilizados*

| Materiales utilizados | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | E (MPa) | ν | G (MPa) | $f_y$ (MPa) | $\alpha_{-t}$ (m/m°C) | γ (kN/m³) |
| Tipo | Designación | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00 | 0.000012 | 77.01 |

*Notación:*
*E: Módulo de elasticidad*
*n: Módulo de Poisson*
*G: Módulo de cortadura*
*$f_y$: Límite elástico*
*$a_t$: Coeficiente de dilatación*
*g: Peso específico*

### *2.1.2.2.- Descripción*

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | N1/N2 | N1/N2 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.50 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N3/N4 | N3/N4 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.00 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N2/N4 | N2/N4 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N5/N6 | N5/N6 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.50 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N4/N6 | N4/N6 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N7/N8 | N7/N8 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.00 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N9/N10 | N9/N10 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.50 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N8/N10 | N8/N10 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N11/N12 | N11/N12 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.00 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N10/N12 | N10/N12 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N13/N14 | N13/N14 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.00 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N15/N16 | N15/N16 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.50 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N14/N16 | N14/N16 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N17/N18 | N17/N18 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.00 | 0.50 | 6.000 | 6.000 |
| | | N16/N18 | N16/N18 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N19/N49 | N19/N20 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N49/N20 | N19/N20 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N21/N50 | N21/N22 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N50/N22 | N21/N22 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N20/N22 | N20/N22 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N23/N46 | N23/N24 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N46/N24 | N23/N24 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N22/N24 | N22/N24 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| | | N25/N51 | N25/N26 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N51/N26 | N25/N26 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N27/N54 | N27/N28 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N54/N28 | N27/N28 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N26/N28 | N26/N28 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N29/N47 | N29/N30 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N47/N30 | N29/N30 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N28/N30 | N28/N30 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N31/N52 | N31/N32 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N52/N32 | N31/N32 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N33/N53 | N33/N34 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N53/N34 | N33/N34 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N32/N34 | N32/N34 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N35/N48 | N35/N36 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N48/N36 | N35/N36 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N34/N36 | N34/N36 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N37/N43 | N37/N38 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N43/N38 | N37/N38 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N39/N45 | N39/N40 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N45/N40 | N39/N40 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.00 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N38/N40 | N38/N40 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N41/N44 | N41/N42 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N44/N42 | N41/N42 | HE 200 B (HEB) | 3.000 | 0.50 | 0.50 | 3.000 | 3.000 |
| | | N40/N42 | N40/N42 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | 1.200 | 7.000 |
| | | N2/N8 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N8/N14 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N14/N20 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N20/N26 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N26/N32 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N32/N38 | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N4/N10 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N10/N16 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N16/N22 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N22/N28 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N28/N34 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N34/N40 | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N6/N12 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N12/N18 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N18/N24 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N24/N30 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N30/N36 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N36/N42 | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N43/N45 | N43/N44 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N45/N44 | N43/N44 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N46/N47 | N46/N44 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N47/N48 | N46/N44 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| | | N48/N44 | N46/N44 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N49/N50 | N49/N46 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N50/N46 | N49/N46 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N49/N51 | N49/N43 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N51/N52 | N49/N43 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N52/N43 | N49/N43 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N52/N53 | N52/N48 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N53/N48 | N52/N48 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N51/N54 | N51/N47 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N54/N47 | N51/N47 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N50/N54 | N50/N45 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N54/N53 | N50/N45 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N53/N45 | N50/N45 | IPE 200 (IPE) | 7.500 | 0.00 | 0.50 | - | - |

*Notación:*
*Ni: Nudo inicial*
*Nf: Nudo final*
*$b_{xy}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*
*$b_{xz}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*
*$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior*
*$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior*



### 2.1.2.3.- Características mecánicas

| Tipos de pieza | |
|---|---|
| Ref. | Piezas |
| 1 | N1/N2, N3/N4, N5/N6, N7/N8, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N18, N19/N20, N21/N22, N23/N24, N25/N26, N27/N28, N29/N30, N31/N32, N33/N34, N35/N36, N37/N38, N39/N40 y N41/N42 |
| 2 | N2/N4, N4/N6, N8/N10, N10/N12, N14/N16, N16/N18, N20/N22, N22/N24, N26/N28, N28/N30, N32/N34, N34/N36, N38/N40, N40/N42, N43/N44, N49/N46, N52/N48 y N51/N47 |
| 3 | N2/N38, N4/N40, N6/N42, N46/N44, N49/N43 y N50/N45 |

| Características mecánicas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Ref. | Descripción | A ($cm^2$) | Avy ($cm^2$) | Avz ($cm^2$) | Iyy (cm4) | Izz (cm4) | It (cm4) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | 1 | HE 200 B, (HEB) | 78.10 | 45.00 | 13.77 | 5696.00 | 2003.00 | 59.28 |
| | | 2 | IPE 400, (IPE) | 84.50 | 36.45 | 28.87 | 23130.00 | 1318.00 | 51.10 |
| | | 3 | IPE 200, (IPE) | 28.50 | 12.75 | 9.22 | 1943.00 | 142.00 | 6.98 |

*Notación:*
*Ref.: Referencia*
*A: Área de la sección transversal*
*Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'*
*Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'*
*Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'*
*Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'*
*It: Inercia a torsión*
*Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.*

*2.1.2.4.- Tabla de medición*

| Tabla de medición | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen ($m^3$) | Peso (kg) |
| Tipo | Designación | | | | | |
| Acero laminado | S275 | N1/N2 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N3/N4 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N2/N4 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N5/N6 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N4/N6 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N7/N8 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N9/N10 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N8/N10 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N11/N12 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N10/N12 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N13/N14 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N15/N16 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N14/N16 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N17/N18 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N16/N18 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N19/N20 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N21/N22 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N20/N22 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N23/N24 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N22/N24 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N25/N26 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N27/N28 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N26/N28 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N29/N30 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N28/N30 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N31/N32 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N33/N34 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N32/N34 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N35/N36 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N34/N36 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N37/N38 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N39/N40 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N38/N40 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N41/N42 | HE 200 B (HEB) | 6.000 | 0.047 | 367.85 |
| | | N40/N42 | IPE 400 (IPE) | 7.000 | 0.059 | 464.33 |
| | | N2/N38 | IPE 200 (IPE) | 45.000 | 0.128 | 1006.76 |
| | | N4/N40 | IPE 200 (IPE) | 45.000 | 0.128 | 1006.76 |
| | | N6/N42 | IPE 200 (IPE) | 45.000 | 0.128 | 1006.76 |
| | | N43/N44 | IPE 400 (IPE) | 14.000 | 0.118 | 928.65 |
| | | N46/N44 | IPE 200 (IPE) | 22.500 | 0.064 | 503.38 |
| | | N49/N46 | IPE 400 (IPE) | 14.000 | 0.118 | 928.65 |
| | | N49/N43 | IPE 200 (IPE) | 22.500 | 0.064 | 503.38 |
| | | N52/N48 | IPE 400 (IPE) | 14.000 | 0.118 | 928.65 |

| Tabla de medición | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m³) | Peso (kg) |
| Tipo | Designación | | | | | |
| | | N51/N47 | IPE 400 (IPE) | 14.000 | 0.118 | 928.65 |
| | | N50/N45 | IPE 200 (IPE) | 22.500 | 0.064 | 503.38 |

*Notación:*
*Ni: Nudo inicial*
*Nf: Nudo final*

### *2.1.2.5.- Resumen de medición*

| Resumen de medición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Serie | Perfil | Longitud | | | Volumen | | | Peso | | |
| Tipo | Designación | | | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| | | | HE 200 B | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | | |
| | | HEB | | | 126.000 | | | 0.984 | | | 7724.87 | |
| | | | IPE 400 | 154.000 | | | 1.301 | | | 10215.20 | | |
| | | | IPE 200 | 202.500 | | | 0.577 | | | 4530.43 | | |
| | | IPE | | | 356.500 | | | 1.878 | | | 14745.64 | |
| Acero laminado | S275 | | | | | 482.500 | | | 2.862 | | | 22470.51 |

### *2.1.2.6.- Medición de superficies*

| Acero laminado: Medición de las superficies a pintar | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Serie | Perfil | Superficie unitaria (m²/m) | Longitud (m) | Superficie (m²) |
| HEB | HE 200 B | 1.182 | 126.000 | 148.932 |
| IPE | IPE 400 | 1.503 | 154.000 | 231.431 |
| | IPE 200 | 0.789 | 202.500 | 159.732 |
| | | | Total | 540.095 |

## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 8.33 m.
Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 0.06 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.40 kN/m²

Con cerramiento en laterales
- Peso del cerramiento: 0.00 kN/m²

Normas y combinaciones

| | |
|---|---|
| Perfiles conformados | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Perfiles laminados | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A
Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal
Periodo de servicio (años): 50
Profundidad nave industrial: 49.98
Con huecos:
- Área izquierda: 0.00
- Altura izquierda: 0.00
- Área derecha: 0.00
- Altura derecha: 0.00
- Área frontal: 0.00
- Altura frontal: 0.00
- Área trasera: 38.00
- Altura trasera: 2.03

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior
3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior
5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior
6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
7 - V(90°) H3: Viento a 90°, presion exterior tipo 2 con presión interior
8 - V(90°) H4: Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
9 - V(180°) H1: Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
10 - V(180°) H2: Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior
11 - V(180°) H3: Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
12 - V(180°) H4: Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior
13 - V(270°) H1: Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
14 - V(270°) H2: Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior
15 - V(270°) H3: Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
16 - V(270°) H4: Viento a 270°, presion exterior tipo 2 con succión interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 6
Altitud topográfica: 345.00 m
Cubierta sin resaltos
Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:
1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

Aceros en perfiles

| Tipo acero | Acero | Lim. elástico MPa | Módulo de elasticidad GPa |
|---|---|---|---|
| Aceros Laminados | S275 | 275 | 210 |

| Datos de pórticos | | | |
|---|---|---|---|
| Pórtico | Tipo exterior | Geometría | Tipo interior |
| 1 | Dos aguas | Luz izquierda: 22.50 m.<br>Luz derecha: 22.50 m.<br>Alero izquierdo: 9.00 m.<br>Alero derecho: 9.00 m.<br>Altura cumbrera: 10.90 m. | Pórtico rígido |

Cargas en barras

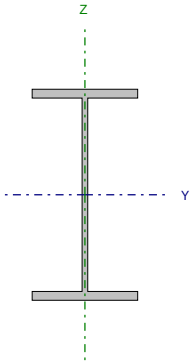
Pórtico 1

| Barra | Hipótesis | Tipo | Posición | Valor | Orientación |
|---|---|---|---|---|---|
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 4.49 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 4.49 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior | Uniforme | --- | 5.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 con presión interior | Uniforme | --- | 5.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.97 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 0.09 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.97 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 0.09 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.62 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 0.99 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.62 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 0.99 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.97 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 0.97 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 1.25 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior | Uniforme | --- | 5.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 con presión interior | Uniforme | --- | 5.08 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 3.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 3.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 3.33 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.62 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Uniforme | --- | 0.99 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior | Uniforme | --- | 1.62 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Pilar | Viento a 270°, presion exterior tipo 2 con succión interior | Uniforme | --- | 0.99 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Carga permanente | Uniforme | --- | 1.14 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Sobrecarga de uso | Uniforme | --- | 1.67 kN/m | EG: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.00/0.10 (R) | 5.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.10/0.48 (R) | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior | Faja | 0.48/1.00 (R) | 0.65 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Faja | 0.00/0.10 (R) | 5.60 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Faja | 0.10/0.48 (R) | 2.27 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, 1.00) |
| Cubierta | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior | Faja | 0.48/1.00 (R) | 0.65 kN/m | EXB: (0.00, 0.00, -1.00) |

| Comprobación de resistencia |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Aprovechamiento: 97.23 % |

Barra pésima en cubierta

Perfil: IPE 220
Material: S275




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | $I_y$ (1) (cm4) | $I_z$ (1) (cm4) | $I_t$ (2) (cm4) |
| 0.598, 49.980, 9.050 | 0.598, 41.650, 9.050 | 8.330 | 33.40 | 2772.00 | 204.90 | 9.07 |

*Notas:*
*(1) Inercia respecto al eje indicado*
*(2) Momento de inercia a torsión uniforme*

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. |
| β | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| $L_K$ | 8.330 | 8.330 | 8.330 | 8.330 |
| $C_m$ | 1.000 | 1.000 | 1.300 | 1.300 |
| $C_1$ | - | | 1.000 | |

*Notación:*
*b: Coeficiente de pandeo*
*$L_K$: Longitud de pandeo (m)*
*$C_m$: Coeficiente de momentos*
*$C_1$: Factor de modificación para el momento crítico*

| Barra | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{\lambda}$ | $\lambda_w$ | $N_t$ | $N_c$ | $M_y$ | $M_z$ | $V_z$ | $V_y$ | $M_yV_z$ | $M_zV_y$ | $NM_yM_z$ | $NM_yM_zV_yV_z$ | $M_t$ | $M_yV_z$ | $M_zV_y$ | |
| pésima en cubierta | N.P.(1) | x: 1.39 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ | $N_{Ed}$ = 0.00 N.P.(2) | $N_{Ed}$ = 0.00 N.P.(3) | x: 4.17 m η = 96.0 | x: 4.17 m η = 1.3 | x: 0 m η = 4.6 | x: 0 m η < 0.1 | x: 1.39 m η < 0.1 | x: 1.39 m η < 0.1 | x: 4.17 m η = 97.2 | x: 1.39 m η < 0.1 | x: 0 m η = 33.3 | x: 0 m η = 5.4 | x: 0 m η < 0.1 | CUMPLE h = 97.2 |

*Notación:*
*`l: Limitación de esbeltez*
*$I_w$: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
*$N_t$: Resistencia a tracción*
*$N_c$: Resistencia a compresión*
*$M_y$: Resistencia a flexión eje Y*
*$M_z$: Resistencia a flexión eje Z*
*$V_z$: Resistencia a corte Z*
*$V_y$: Resistencia a corte Y*
*$M_yV_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
*$M_zV_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
*$NM_yM_z$: Resistencia a flexión y axil combinados*
*$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
*$M_t$: Resistencia a torsión*
*$M_yV_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
*$M_zV_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
*x: Distancia al origen de la barra*
*h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
*N.P.: No procede*

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*
*(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.*
*(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
*(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

34.17 £ 248.36 ✓

Donde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_w$: Altura del alma. | $h_w$ : | 201.60 | mm |
| $t_w$: Espesor del alma. | $t_w$ : | 5.90 | mm |
| $A_w$: Área del alma. | $A_w$ : | 11.89 | cm² |
| $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. | $A_{fc,ef}$ : | 10.12 | cm² |
| k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. | k : | 0.30 | |
| E: Módulo de elasticidad. | E : | 210000 | MPa |
| $f_{yf}$: Límite elástico del acero del ala comprimida. | $f_{yf}$ : | 275.0 | MPa |

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.239 ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.960 ✓

Para flexión positiva:

$M_{Ed}^{+}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^{+}$ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.165 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$M_{Ed}^{-}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^{-}$ : 17.86 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$ : 74.75 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$ : 285.40 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{b,Rd}} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}$ : 18.61 kN·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$ : 285.40 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M1}$ : 1.05

$c_{LT}$: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ $c_{LT}$ : 0.25

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ $f_{LT}$ : 2.45

$a_{LT}$: Coeficiente de imperfección elástica. $a_{LT}$ : 0.21

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ `$l_{LT}$ : 1.88

$M_{cr}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral. $M_{cr}$ : 22.14 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral $M_{cr}$ se determina según la teoría de la elasticidad:

$$\mathbf{M_{cr}} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

$M_{LTv}$: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTv}} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$ $M_{LTv}$ : 21.20 kN·m

$M_{LTw}$: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M_{LTw}} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$ $M_{LTw}$ : 6.35 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y}$ : 252.00 cm³

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I_z$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. | $I_z$ : | 204.90 | cm4 |
| $I_t$: Momento de inercia a torsión uniforme. | $I_t$ : | 9.07 | cm4 |
| E: Módulo de elasticidad. | E : | 210000 | MPa |
| G: Módulo de elasticidad transversal. | G : | 81000 | MPa |
| $L_c^+$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. | $L_c^+$ : | 8.330 | m |
| $L_c^-$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. | $L_c^-$ : | 8.330 | m |
| $C_1$: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. | $C_1$ : | 1.00 | |
| $i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. | $i_{f,z}^+$ : | 2.90 | cm |
| | $i_{f,z}^-$ : | 2.90 | cm |

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.013 ✓

Para flexión positiva:

$M_{Ed}^+$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+$ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.165 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$M_{Ed}^-$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^-$ : 0.19 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$ : 15.22 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$ : 58.11 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 8.99 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$ : 196.27 kN

Donde:

$A_v$: Área transversal a cortante. $A_v$ : 12.98 cm²

$$\mathbf{A_V} = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. h : 220.00 mm

$t_w$: Espesor del alma. $t_w$ : 5.90 mm

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon$$

34.17 < 64.71

Donde:

$l_w$: Esbeltez del alma. $l_w$ : 34.17

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$: Esbeltez máxima. $l_{máx}$ : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción. e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$: Límite elástico de referencia. $f_{ref}$ : 235.0 MPa

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.09 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$ : 325.19 kN

Donde:

$A_v$: Área transversal a cortante. $A_v$ : 21.51 cm²

$$\mathbf{A_V} = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 33.40 cm²

d: Altura del alma. d : 201.60 mm

$t_w$: Espesor del alma. $t_w$ : 5.90 mm

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $V_{Ed}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

0.597 ≤ 10.004

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.388 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 5.86 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 196.27 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $V_{Ed}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.006 \leq 16.574$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.388 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.06 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$ : 325.19 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.252 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.967 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.972 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.165 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$ : 0.00 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$ : 17.86 kN·m; $M_{z,Ed}$ : 0.19 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$ : 874.76 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$ : 74.75 kN·m; $M_{pl,Rd,z}$ : 15.22 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A : 33.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$ : 285.40 cm³; $W_{pl,z}$ : 58.11 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$\gamma_{M1}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1}$ : 1.05

$k_y$, $k_z$, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$ $k_y$ : 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ $k_z$ : 1.00

$$\mathbf{k_{y,LT}} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$ $k_{y,LT}$ : 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.
$C_{m,y}$ : 1.00
$C_{m,z}$ : 1.00
$C_{m,LT}$ : 1.30

$c_y$, $c_z$: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$c_y$ : 0.63
$c_z$ : 0.06

$c_{LT}$: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $c_{LT}$ : 0.25

`$l_y$, `$l_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.
`$l_y$ : 1.05
`$l_z$ : 3.87

$a_y$, $a_z$: Factores dependientes de la clase de la sección.
$a_y$ : 0.60
$a_z$ : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $V_{Ed}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.388 m del nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$ 0.006 ≤ 15.067

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y}$ : 0.06 kN

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,y}$ : 295.61 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.333 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$ : 0.50 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$ : 1.49 kN·m

Donde:

$W_T$: Módulo de resistencia a torsión. $W_T$ : 9.86 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.054 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 8.99 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$ : 0.50 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$ : 168.08 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$ : 196.27 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$ : 50.4 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$: Módulo de resistencia a torsión. $W_T$ : 9.86 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h < 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.598, 49.980, 9.050, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$V_{Ed}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed}$ : 0.09 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$ : 0.50 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$ : 278.48 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$ : 325.19 kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed}$ : 50.4 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$: Módulo de resistencia a torsión. $W_T$ : 9.86 cm³

$f_{yd}$: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd}$ : 261.9 MPa

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y$ : 275.0 MPa

$g_{M0}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M0}$ : 1.05

Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Porcentajes de aprovechamiento: |
| - Flecha: 85.99 % |

Coordenadas del nudo inicial: 13.532, 49.980, 10.143
Coordenadas del nudo final: 13.532, 41.650, 10.143
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H2 a una distancia 4.165 m del origen en el primer vano de la correa.
(Iy = 2772 cm4) (Iz = 205 cm4)

| Medición de correas | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de correas | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m² |
| Correas de cubierta | 40 | 1048.76 | 0.23 |

## ÍNDICE

# 1.- DATOS DE OBRA

## 1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

## 1.2.- Estados límite

| | |
|---|---|
| E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$ Acción permanente
$Q_k$ Acción variable
$\gamma_G$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A**

| Persistente o transitoria | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | | Coeficientes de combinación ($\psi$) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.600 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.500 |

| Persistente o transitoria (G1) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | | Coeficientes de combinación ($\psi$) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |

**Desplazamientos**

| Acciones variables sin sismo | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | |
| | Favorable | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.000 |

### 1.2.2.- Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

| | |
|---|---|
| G | Carga permanente |
| Q | Sobrecarga de uso |
| V(0°) H1 | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(0°) H2 | Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior |
| V(0°) H3 | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(0°) H4 | Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior |
| V(90°) H1 | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con presión interior |
| V(90°) H2 | Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(180°) H1 | Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(180°) H2 | Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior |
| V(270°) H1 | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior |
| V(270°) H2 | Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior |
| N(EI) | Nieve (estado inicial) |
| N(R) 1 | Nieve (redistribución) 1 |
| N(R) 2 | Nieve (redistribución) 2 |

- **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

# 1.- DATOS DE OBRA

## 1.1.- Estados límite

| | |
|---|---|
| E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

### 1.1.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$ Acción permanente
$Q_k$ Acción variable
$\gamma_G$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A**

| Persistente o transitoria | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | | Coeficientes de combinación ($\psi$) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.600 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.500 |

| Persistente o transitoria (G1) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | | Coeficientes de combinación ($\psi$) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 0.800 | 1.350 | - | - |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 0.000 | 0.000 |

**Desplazamientos**

| Acciones variables sin sismo | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | |
| | Favorable | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Sobrecarga (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.000 |

# 2.- ESTRUCTURA

## 2.1.- Geometría

### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x$, $\Delta_y$, $\Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x$, $\theta_y$, $\theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

| Nudos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | |
| N1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N2 | 0.000 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N3 | 0.000 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N4 | 0.000 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N5 | 0.000 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N6 | 8.330 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N7 | 8.330 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N8 | 8.330 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N9 | 8.330 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N10 | 8.330 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N11 | 16.660 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N12 | 16.660 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N13 | 16.660 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N14 | 16.660 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N15 | 16.660 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

| Nudos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | |
| N16 | 24.990 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N17 | 24.990 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N18 | 24.990 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N19 | 24.990 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N20 | 24.990 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N21 | 33.320 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N22 | 33.320 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N23 | 33.320 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N24 | 33.320 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N25 | 33.320 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N26 | 41.650 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N27 | 41.650 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N28 | 41.650 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N29 | 41.650 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N30 | 41.650 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N31 | 49.980 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N32 | 49.980 | 0.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N33 | 49.980 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N34 | 49.980 | 45.000 | 9.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N35 | 49.980 | 22.500 | 10.900 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N36 | 0.000 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N37 | 49.980 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N38 | 0.000 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N39 | 49.980 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N40 | 0.000 | 30.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N41 | 49.980 | 30.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N42 | 0.000 | 30.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N43 | 49.980 | 30.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N44 | 8.330 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N45 | 8.330 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N46 | 16.660 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N47 | 16.660 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N48 | 24.990 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N49 | 24.990 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N50 | 33.320 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N51 | 33.320 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N52 | 41.650 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N53 | 41.650 | 15.000 | 10.267 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

### 2.1.2.- Barras

#### *2.1.2.1.- Materiales utilizados*

| Materiales utilizados | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | E (MPa) | ν | G (MPa) | $f_y$ (MPa) | $\alpha_{-t}$ (m/m°C) | γ (kN/m³) |
| Tipo | Designación | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00 | 0.000012 | 77.01 |

*Notación:*
*E: Módulo de elasticidad*
*ν: Módulo de Poisson*
*G: Módulo de cortadura*
*$f_y$: Límite elástico*
*$\alpha_{-t}$: Coeficiente de dilatación*
*γ: Peso específico*

#### *2.1.2.2.- Descripción*

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | N1/N2 | N1/N2 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.50 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N3/N4 | N3/N4 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.50 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N6/N7 | N6/N7 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N8/N9 | N8/N9 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N9/N10 | N9/N10 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 22.580 |
| | | N11/N12 | N11/N12 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N13/N14 | N13/N14 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N14/N15 | N14/N15 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 22.580 |
| | | N16/N17 | N16/N17 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N18/N19 | N18/N19 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N19/N20 | N19/N20 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 22.580 |
| | | N21/N22 | N21/N22 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N23/N24 | N23/N24 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N24/N25 | N24/N25 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 22.580 |
| | | N26/N27 | N26/N27 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N28/N29 | N28/N29 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.00 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N29/N30 | N29/N30 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.00 | 0.50 | 1.200 | 22.580 |
| | | N31/N32 | N31/N32 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.50 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N33/N34 | N33/N34 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.50 | 0.50 | 9.000 | 9.000 |
| | | N2/N7 | N2/N7 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N7/N12 | N7/N12 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N12/N17 | N12/N17 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N17/N22 | N17/N22 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| | | N22/N27 | N22/N27 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N27/N32 | N27/N32 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N29/N34 | N29/N34 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N24/N29 | N24/N29 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N19/N24 | N19/N24 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N14/N19 | N14/N19 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N9/N14 | N9/N14 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N4/N9 | N4/N9 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N5/N10 | N5/N10 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N10/N15 | N10/N15 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N15/N20 | N15/N20 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N20/N25 | N20/N25 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N25/N30 | N25/N30 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N30/N35 | N30/N35 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N37/N39 | N37/N39 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N36/N38 | N36/N38 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N41/N43 | N41/N43 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N40/N42 | N40/N42 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N52/N53 | N52/N53 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N44/N45 | N44/N45 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N46/N47 | N46/N47 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N48/N49 | N48/N49 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N50/N51 | N50/N51 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N2/N38 | N2/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N38/N5 | N2/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N32/N39 | N32/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N39/N35 | N32/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N7/N45 | N7/N10 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N45/N10 | N7/N10 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N12/N47 | N12/N15 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N47/N15 | N12/N15 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.00 | 0.50 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| | | N17/N49 | N17/N20 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N49/N20 | N17/N20 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N22/N51 | N22/N25 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N51/N25 | N22/N25 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N27/N53 | N27/N30 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N53/N30 | N27/N30 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.00 | 0.50 | - | - |
| | | N4/N42 | N4/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N42/N5 | N4/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N34/N43 | N34/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 15.053 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N43/N35 | N34/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 7.527 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N1/N7 | N1/N7 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N7/N5 | N7/N5 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N9/N5 | N9/N5 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N3/N9 | N3/N9 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N8/N4 | N8/N4 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N4/N10 | N4/N10 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N2/N10 | N2/N10 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N6/N2 | N6/N2 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N26/N32 | N26/N32 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N32/N30 | N32/N30 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N34/N30 | N34/N30 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N28/N34 | N28/N34 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N33/N29 | N33/N29 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N29/N35 | N29/N35 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N27/N35 | N27/N35 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N31/N27 | N31/N27 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.00 | 0.00 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |

*Notación:*
*Ni: Nudo inicial*
*Nf: Nudo final*
*$\beta_{xy}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*
*$\beta_{xz}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*
*$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior*
*$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior*

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

| Tipos de pieza | |
|---|---|
| Ref. | Piezas |
| 1 | N1/N2, N3/N4, N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22, N23/N24, N26/N27, N28/N29, N31/N32, N33/N34, N37/N39, N36/N38, N41/N43 y N40/N42 |
| 2 | N9/N10, N14/N15, N19/N20, N24/N25, N29/N30, N2/N5, N32/N35, N7/N10, N12/N15, N17/N20, N22/N25, N27/N30, N4/N5 y N34/N35 |
| 3 | N2/N7, N7/N12, N12/N17, N17/N22, N22/N27, N27/N32, N29/N34, N24/N29, N19/N24, N14/N19, N9/N14, N4/N9, N5/N10, N10/N15, N15/N20, N20/N25, N25/N30 y N30/N35 |
| 4 | N52/N53, N44/N45, N46/N47, N48/N49 y N50/N51 |
| 5 | N1/N7, N7/N5, N9/N5, N3/N9, N8/N4, N4/N10, N2/N10, N6/N2, N26/N32, N32/N30, N34/N30, N28/N34, N33/N29, N29/N35, N27/N35 y N31/N27 |

| Características mecánicas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Ref. | Descripción | A (cm²) | Avy (cm²) | Avz (cm²) | Iyy (cm4) | Izz (cm4) | It (cm4) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Acero laminado | S275 | 1 | HE 400 B , (HEB) | 197.80 | 108.00 | 42.77 | 57680.00 | 10820.00 | 355.70 |
| | | 2 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600), (PVS)<br>Canto 1000.0 / 1600.0 mm<br>Separac. entre rigidizadores: 2400 mm. Espesor: 5 mm | 426.00 | 180.00 | 167.40 | 1206248.00 | 32034.88 | 859.50 |
| | | 3 | IPE 270, (IPE) | 45.90 | 20.66 | 14.83 | 5790.00 | 419.90 | 15.94 |
| | | 4 | HE 240 B , (HEB) | 106.00 | 61.20 | 18.54 | 11260.00 | 3923.00 | 102.70 |
| | | 5 | Ø18, (Redondos) | 2.54 | 2.29 | 2.29 | 0.52 | 0.52 | 1.03 |

*Notación:*
*Ref.: Referencia*
*A: Área de la sección transversal*
*Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'*
*Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'*
*Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'*
*Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'*
*It: Inercia a torsión*
*Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.*

### 2.1.2.4.- Tabla de medición

| Tabla de medición | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m³) | Peso (kg) |
| Tipo | Designación | | | | | |
| Acero laminado | S275 | N1/N2 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N3/N4 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N6/N7 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N8/N9 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N9/N10 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N11/N12 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N13/N14 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N14/N15 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N16/N17 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N18/N19 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |

| Tabla de medición | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m³) | Peso (kg) |
| Tipo | Designación | | | | | |
| | | N19/N20 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N21/N22 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N23/N24 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N24/N25 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N26/N27 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N28/N29 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N29/N30 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N31/N32 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N33/N34 | HE 400 B (HEB) | 9.000 | 0.178 | 1397.46 |
| | | N2/N7 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N7/N12 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N12/N17 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N17/N22 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N22/N27 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N27/N32 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N29/N34 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N24/N29 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N19/N24 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N14/N19 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N9/N14 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N4/N9 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N5/N10 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N10/N15 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N15/N20 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N20/N25 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N25/N30 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N30/N35 | IPE 270 (IPE) | 8.330 | 0.038 | 300.14 |
| | | N37/N39 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.203 | 1594.14 |
| | | N36/N38 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.203 | 1594.14 |
| | | N41/N43 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.203 | 1594.14 |
| | | N40/N42 | HE 400 B (HEB) | 10.267 | 0.203 | 1594.14 |
| | | N52/N53 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.109 | 854.29 |
| | | N44/N45 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.109 | 854.29 |
| | | N46/N47 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.109 | 854.29 |
| | | N48/N49 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.109 | 854.29 |
| | | N50/N51 | HE 240 B (HEB) | 10.267 | 0.109 | 854.29 |
| | | N2/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N32/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N7/N10 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N12/N15 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |

| Tabla de medición | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | Volumen (m³) | Peso (kg) |
| Tipo | Designación | | | | | |
| | | N17/N20 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N22/N25 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N27/N30 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N4/N5 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N34/N35 | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) (PVS) | 22.580 | 0.962 | 7551.00 |
| | | N1/N7 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N7/N5 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N9/N5 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N3/N9 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N8/N4 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N4/N10 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N2/N10 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N6/N2 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N26/N32 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N32/N30 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N34/N30 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N28/N34 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N33/N29 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |
| | | N29/N35 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N27/N35 | Ø18 (Redondos) | 24.068 | 0.006 | 48.08 |
| | | N31/N27 | Ø18 (Redondos) | 12.263 | 0.003 | 24.50 |

*Notación:*
*Ni: Nudo inicial*
*Nf: Nudo final*

### *2.1.2.5.- Resumen de medición*

| Resumen de medición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Serie | Perfil | Longitud | | | Volumen | | | Peso | | |
| Tipo | Designación | | | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m³) | Serie (m³) | Material (m³) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| | | | HE 400 B | 167.067 | | | 3.305 | | | 25940.94 | | |
| | | | HE 240 B | 51.333 | | | 0.544 | | | 4271.45 | | |
| | | HEB | | | 218.400 | | | 3.849 | | | 30212.39 | |
| | | | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) | 316.121 | | | 13.467 | | | 105714.06 | | |
| | | PVS | | | 316.121 | | | 13.467 | | | 105714.06 | |
| | | | IPE 270 | 149.940 | | | 0.688 | | | 5402.56 | | |
| | | IPE | | | 149.940 | | | 0.688 | | | 5402.56 | |
| | | | Ø18 | 290.647 | | | 0.074 | | | 580.59 | | |
| | | Redondos | | | 290.647 | | | 0.074 | | | 580.59 | |
| Acero laminado | S275 | | | | | 975.108 | | | 18.078 | | | 141909.61 |

### *2.1.2.6.- Medición de superficies*

| Acero laminado: Medición de las superficies a pintar | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Serie | Perfil | Superficie unitaria (m²/m) | Longitud (m) | Superficie (m²) |
| HEB | HE 400 B | 1.973 | 167.067 | 329.623 |
| | HE 240 B | 1.420 | 51.333 | 72.893 |

| Acero laminado: Medición de las superficies a pintar | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Serie | Perfil | Superficie unitaria (m²/m) | Longitud (m) | Superficie (m²) |
| PVS | PVS 400x30x15 (H:1000/1600) | 4.635 | 316.121 | 1465.264 |
| IPE | IPE 270 | 1.067 | 149.940 | 159.956 |
| Redondos | Ø18 | 0.057 | 290.647 | 16.436 |
| | | | **Total** | **2044.172** |

## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

| Cargas en barras | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra | Hipótesis | Tipo | Valores | | Posición | | Dirección | | | |
| | | | P1 | P2 | L1 (m) | L2 (m) | Ejes | X | Y | Z |
| N1/N2 | Carga permanente | Uniforme | 1.523 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N2 | V(0°) H1 | Uniforme | 3.480 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H1 | Uniforme | 2.349 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H1 | Uniforme | 2.269 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H2 | Uniforme | 2.349 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H2 | Uniforme | 3.480 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H2 | Uniforme | 3.483 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H2 | Uniforme | 2.269 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H2 | Uniforme | 6.271 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H3 | Uniforme | 2.349 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H3 | Uniforme | 3.480 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H3 | Uniforme | 2.269 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H4 | Uniforme | 2.269 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H4 | Uniforme | 3.483 | - | - | - | Globales | -0.000 | 1.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H4 | Uniforme | 6.271 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H4 | Uniforme | 2.349 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |
| N1/N2 | V(0°) H4 | Uniforme | 3.480 | - | - | - | Globales | -1.000 | -0.000 | -0.000 |

# 1.- CIMENTACIÓN

## 1.1.- Elementos de cimentación aislados

### 1.1.1.- Descripción

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | Sup X: 7Ø12c/22<br>Sup Y: 7Ø12c/22<br>Inf X: 7Ø12c/22<br>Inf Y: 7Ø12c/22 |
| N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 150.0 cm<br>Canto: 50.0 cm | X: 7Ø16c/20<br>Y: 7Ø16c/20 |

### 1.1.2.- Medición

| Referencias: N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø12 | |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x1.24 | 9.80<br>8.70 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x1.24 | 9.80<br>8.70 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x1.24 | 9.80<br>8.70 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x1.24 | 9.80<br>8.70 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 39.20<br>34.80 | <br>34.80 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 43.12<br>38.28 | <br>38.28 |

| Referencias: N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø16 | |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x2.21 | 9.80<br>15.47 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 7x1.40<br>7x2.21 | 9.80<br>15.47 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 19.60<br>30.94 | <br>30.94 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 21.56<br>34.03 | <br>34.03 |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Ø12 | Ø16 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: N1, N5, N7, N11, N13, N17, N19 y N23 | 8x38.28 | | 306.24 | 8x1.13 | 8x0.23 |
| Referencias: N3, N9, N15, N21, N25, N27, N29, N31, N33, N35, N37, N39 y N41 | | 13x34.03 | 442.39 | 13x1.13 | 13x0.23 |
| Totales | 306.24 | 442.39 | 748.63 | 23.63 | 4.73 |

## 1.2.- Vigas

### 1.2.1.- Descripción

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| C.1 [N3-N1], C.1 [N39-N37], C.1 [N5-N3], C.1 [N33-N31], C.1 [N29-N27], C.1 [N27-N25], C.1 [N23-N21], C.1 [N21-N19], C.1 [N17-N15], C.1 [N9-N7], C.1 [N11-N9], C.1 [N41-N39], C.1 [N35-N33] y C.1 [N15-N13] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2 Ø12<br>Inferior: 2 Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |
| C.1 [N35-N29], C.1 [N39-N33], C.1 [N31-N25], C.1 [N41-N35], C.1 [N33-N27], C.1 [N27-N21], C.1 [N37-N31], C.1 [N25-N19], C.1 [N13-N7], C.1 [N23-N17], C.1 [N9-N3], C.1 [N15-N9], C.1 [N19-N13], C.1 [N7-N1], C.1 [N17-N11], C.1 [N21-N15], C.1 [N29-N23] y C.1 [N11-N5] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2 Ø12<br>Inferior: 2 Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |

### 1.2.2.- Medición

| Referencias: C.1 [N3-N1], C.1 [N39-N37], C.1 [N5-N3], C.1 [N33-N31], C.1 [N29-N27], C.1 [N27-N25], C.1 [N23-N21], C.1 [N21-N19], C.1 [N17-N15], C.1 [N9-N7], C.1 [N11-N9], C.1 [N41-N39], C.1 [N35-N33] y C.1 [N15-N13] | | B 400 S, CN | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø8 | Ø12 | |
| Armado viga - Armado inferior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x7.30<br>2x6.48 | 14.60<br>12.96 |
| Armado viga - Armado superior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x7.30<br>2x6.48 | 14.60<br>12.96 |
| Armado viga - Estribo | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 20x1.33<br>20x0.52 | | 26.60<br>10.50 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 26.60<br>10.50 | 29.20<br>25.92 | <br>36.42 |
| Total con mermas (10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 29.26<br>11.55 | 32.12<br>28.51 | <br>40.06 |

| Referencias: C.1 [N35-N29], C.1 [N39-N33], C.1 [N31-N25], C.1 [N41-N35], C.1 [N33-N27], C.1 [N27-N21], C.1 [N37-N31], C.1 [N25-N19], C.1 [N13-N7], C.1 [N23-N17], C.1 [N9-N3], C.1 [N15-N9], C.1 [N19-N13], C.1 [N7-N1], C.1 [N17-N11], C.1 [N21-N15], C.1 [N29-N23] y C.1 [N11-N5] | | B 400 S, CN | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø8 | Ø12 | |
| Armado viga - Armado inferior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x7.80<br>2x6.93 | 15.60<br>13.85 |
| Armado viga - Armado superior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x7.80<br>2x6.93 | 15.60<br>13.85 |
| Armado viga - Estribo | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 21x1.33<br>21x0.52 | | 27.93<br>11.02 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 27.93<br>11.02 | 31.20<br>27.70 | <br>38.72 |
| Total con mermas (10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 30.72<br>12.12 | 34.32<br>30.47 | <br>42.59 |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Ø8 | Ø12 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: C.1 [N3-N1], C.1 [N39-N37], C.1 [N5-N3], C.1 [N33-N31], C.1 [N29-N27], C.1 [N27-N25], C.1 [N23-N21], C.1 [N21-N19], C.1 [N17-N15], C.1 [N9-N7], C.1 [N11-N9], C.1 [N41-N39], C.1 [N35-N33] y C.1 [N15-N13] | 14x11.55 | 14x28.51 | 560.84 | 14x0.88 | 14x0.22 |
| Referencias: C.1 [N35-N29], C.1 [N39-N33], C.1 [N31-N25], C.1 [N41-N35], C.1 [N33-N27], C.1 [N27-N21], C.1 [N37-N31], C.1 [N25-N19], C.1 [N13-N7], C.1 [N23-N17], C.1 [N9-N3], C.1 [N15-N9], C.1 [N19-N13], C.1 [N7-N1], C.1 [N17-N11], C.1 [N21-N15], C.1 [N29-N23] y C.1 [N11-N5] | 18x12.12 | 18x30.47 | 766.62 | 18x0.96 | 18x0.24 |
| Totales | 379.86 | 947.60 | 1327.46 | 29.60 | 7.40 |

# 1.- CIMENTACIÓN

## 1.1.- Elementos de cimentación aislados

### 1.1.1.- Descripción

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 350.0 cm<br>Canto: 80.0 cm | Sup X: 14Ø16c/25<br>Sup Y: 14Ø16c/25<br>Inf X: 14Ø16c/25<br>Inf Y: 14Ø16c/25 |
| N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 300.0 cm<br>Canto: 70.0 cm | Sup X: 18Ø12c/16<br>Sup Y: 18Ø12c/16<br>Inf X: 18Ø12c/16<br>Inf Y: 18Ø12c/16 |
| N44, N52, N50, N48 y N46 | Zapata cuadrada<br>Ancho: 275.0 cm<br>Canto: 65.0 cm | Sup X: 16Ø12c/17<br>Sup Y: 16Ø12c/17<br>Inf X: 16Ø12c/17<br>Inf Y: 16Ø12c/17 |

### 1.1.2.- Medición

| Referencias: N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø16 | |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14x3.40<br>14x5.37 | 47.60<br>75.13 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14x3.40<br>14x5.37 | 47.60<br>75.13 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14x3.40<br>14x5.37 | 47.60<br>75.13 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 14x3.40<br>14x5.37 | 47.60<br>75.13 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 190.40<br>300.52 | <br>300.52 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 209.44<br>330.57 | <br>330.57 |

| Referencias: N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø12 | |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 18x2.90<br>18x2.57 | 52.20<br>46.34 |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 18x2.90<br>18x2.57 | 52.20<br>46.34 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 18x2.90<br>18x2.57 | 52.20<br>46.34 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 18x2.90<br>18x2.57 | 52.20<br>46.34 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 208.80<br>185.36 | <br>185.36 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 229.68<br>203.90 | <br>203.90 |

| Referencias: N44, N52, N50, N48 y N46 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø12 | |
| Parrilla inferior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 16x2.65<br>16x2.35 | 42.40<br>37.64 |

| Referencias: N44, N52, N50, N48 y N46 | | B 400 S, CN | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø12 | |
| Parrilla inferior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 16x2.65<br>16x2.35 | 42.40<br>37.64 |
| Parrilla superior - Armado X | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 16x2.65<br>16x2.35 | 42.40<br>37.64 |
| Parrilla superior - Armado Y | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 16x2.65<br>16x2.35 | 42.40<br>37.64 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 169.60<br>150.56 | <br>150.56 |
| Total con mermas<br>(10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 186.56<br>165.62 | <br>165.62 |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Ø12 | Ø16 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: N40, N3, N36, N1, N31, N37, N41 y N33 | | 8x330.57 | 2644.56 | 8x9.80 | 8x1.23 |
| Referencias: N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N26, N28 y N23 | 10x203.90 | | 2039.00 | 10x6.30 | 10x0.90 |
| Referencias: N44, N52, N50, N48 y N46 | 5x165.62 | | 828.10 | 5x4.92 | 5x0.76 |
| Totales | 2867.10 | 2644.56 | 5511.66 | 165.98 | 22.58 |

### 1.1.3.- Comprobación

| Referencia: N40<br>Dimensiones: 350 x 350 x 80<br>Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25 | | |
|---|---|---|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno:<br>*Criterio de CYPE Ingenieros* | | |
| - Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa<br>Calculado: 0.0325692 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.0322749 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa<br>Calculado: 0.063765 MPa | Cumple |
| Vuelco de la zapata:<br>*Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.* | | |
| - En dirección X: | Reserva seguridad: 51.0 % | Cumple |
| - En dirección Y: | Reserva seguridad: 807.1 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Momento: 212.83 kN·m | Cumple |
| - En dirección Y: | Momento: 103.51 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Cortante: 144.80 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 67.39 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata:<br>- Situaciones persistentes:<br>*Criterio de CYPE Ingenieros* | Máximo: 5000 kN/m²<br>Calculado: 266.1 kN/m² | Cumple |
| Canto mínimo:<br>*Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)* | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 80 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>- N40: | Mínimo: 0 cm<br>Calculado: 72 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br>*Criterio de CYPE Ingenieros* | Mínimo: 0.002 | |

| Referencia: N23<br>Dimensiones: 300 x 300 x 70<br>Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16 | | |
|---|---|---|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0002 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br>*Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)* | Mínimo: 12 mm | |
| - Parrilla inferior: | Calculado: 12 mm | Cumple |
| - Parrilla superior: | Calculado: 12 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br>*Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)* | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br>*Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991* | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 16 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br>*Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991* | Mínimo: 15 cm | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Calculado: 77 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Calculado: 77 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 74 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 74 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der: | Calculado: 77 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq: | Calculado: 77 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 74 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 74 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

## 1.2.- Vigas

### 1.2.1.- Descripción

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N36-N44], C [N44-N46], C [N46-N48], C [N48-N50], C [N50-N52], C [N52-N37], C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28] y C [N28-N33] | Ancho: 40.0 cm<br>Canto: 40.0 cm | Superior: 2 Ø12<br>Inferior: 2 Ø12<br>Estribos: 1xØ8c/30 |

### 1.2.2.- Medición

| Referencias: C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N36-N44], C [N44-N46], C [N46-N48], C [N48-N50], C [N50-N52], C [N52-N37], C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28] y C [N28-N33] | | B 400 S, CN | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø8 | Ø12 | |
| Armado viga - Armado inferior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x8.63<br>2x7.66 | 17.26<br>15.32 |
| Armado viga - Armado superior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x8.63<br>2x7.66 | 17.26<br>15.32 |

| Referencias: C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N36-N44], C [N44-N46], C [N46-N48], C [N48-N50], C [N50-N52], C [N52-N37], C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28] y C [N28-N33] | | B 400 S, CN | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø8 | Ø12 | |
| Armado viga - Estribo | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 18x1.33<br>18x0.52 | | 23.94<br>9.45 |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 23.94<br>9.45 | 34.52<br>30.64 | 40.09 |
| Total con mermas (10.00%) | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 26.33<br>10.40 | 37.97<br>33.70 | 44.10 |

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

| Elemento | B 400 S, CN (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ø8 | Ø12 | Total | HA-25, Control Estadístico | Limpieza |
| Referencias: C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1], C [N36-N44], C [N44-N46], C [N46-N48], C [N48-N50], C [N50-N52], C [N52-N37], C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28] y C [N28-N33] | 18x10.40 | 18x33.70 | 793.80 | 18x0.81 | 18x0.20 |
| Totales | 187.20 | 606.60 | 793.80 | 14.63 | 3.66 |

### 1.2.3.- Comprobación

Referencia: C.1 [N31-N26] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2 Ø12
-Armadura inferior: 2 Ø12
-Estribos: 1xØ8c/30

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado:<br>*J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).* | Mínimo: 25.4 cm<br>Calculado: 40 cm | Cumple |
| Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado:<br>*J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).* | Mínimo: 25.4 cm<br>Calculado: 40 cm | Cumple |
| Diámetro mínimo estribos: | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br>*Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)* | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br>*Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)* | Mínimo: 3.7 cm | |
| - Armadura superior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armadura inferior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br>*Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)* | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br>*Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)* | Máximo: 30 cm | |
| - Armadura superior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armadura inferior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

Referencia: C.1 [N26-N21] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2 Ø12
-Armadura inferior: 2 Ø12
-Estribos: 1xØ8c/30

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado:<br>*J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).* | Mínimo: 26.6 cm<br>Calculado: 40 cm | Cumple |

Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Presupuesto: Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros
Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dpto. Ing. De la Construccion y Proyectos de Ingeniería**
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C1 OBRA CIVIL** | | | | | | | | |
| | **SUBCAPÍTULO C1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | | | | | |
| **01TLL00100** | **m2 LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO, CON MEDIOS MECANICOS** | | | | | | | | |
| | Limpieza y desbroce de terreno, con medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero de las materias obtenidas. Medida en verdadera magnitud. | | | | | | | | |
| | | 1 | 9.400,00 | | | 9.400,00 | | | |
| | | | | | | | 9.400,00 | 0,43 | 4.042,00 |
| **02AVV00002** | **m3 EXCAVACIÓN EN VACIADO, DE TIERRAS DE CONSIST. MEDIA** | | | | | | | | |
| | Excavación, en vaciado, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso p.p. de perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | Suelo vegetal | 1 | 9.400,00 | | 0,80 | 7.520,00 | | | |
| | | | | | | | 7.520,00 | 0,96 | 7.219,20 |
| **17TTT00120** | **m3 RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 15 km** | | | | | | | | |
| | Retirada de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 15 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado. | | | | | | | | |
| | Suelo vegetal | 1 | 9.400,00 | | 0,80 | 7.520,00 | | | |
| | | | | | | | 7.520,00 | 9,16 | 68.883,20 |
| **02RCM00001** | **m2 COMPACTACIÓN SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO** | | | | | | | | |
| | Compactación superficial realizada con pisón mecánico al 95% proctor, en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida en verdadera magnitud. | | | | | | | | |
| | | 1 | 9.400,00 | | | 9.400,00 | | | |
| | | | | | | | 9.400,00 | 2,17 | 20.398,00 |
| **02WWW00001** | **m3 SUELO SELECCIONADO ADQUIRIDO EN PRÉSTAMO** | | | | | | | | |
| | Tierras adquiridas en préstamo tipo suelo seleccionado, comprendiendo excavación y canon de adquisición, incluso carga a camión sin incluir transporte desde la cantera al lugar de empleo. Medido el volumen en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 1,1 | 9.400,00 | | 0,55 | 5.687,00 | | | |
| | | | | | | | 5.687,00 | 2,91 | 16.549,17 |
| **03WSS00131N** | **m3 SUB-BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL** | | | | | | | | |
| | Subbase de zahorra artificial, realizada con medios mecánicos, incluso compactado y refino de base, relleno en tongadas de 20 cm comprendido extendido, regado y compactado al 95% próctor. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | | | |
| | | 1,1 | 9.400,00 | | 0,25 | 2.585,00 | | | |
| | | | | | | | 2.585,00 | 12,44 | 32.157,40 |
| **02TMM00022** | **m3 TRANSPORTE TIERRAS, ENTRE 5 Y 10 km CARGA M. MECÁNICOS** | | | | | | | | |
| | Transporte de tierras realizado en camión basculante a una distancia comprendida entre 5 y 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido en perfil esponjado. | | | | | | | | |
| | | 1,1 | 9.400,00 | | 0,80 | 8.272,00 | | | |
| | | | | | | | 8.272,00 | 4,32 | 35.735,04 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C1.1 MOVIMIENTO DE.....** | | | | | | | | **184.984,01** |
| | **SUBCAPÍTULO C1.2 URBANIZACIÓN** | | | | | | | | |
| | **APARTADO C1.2.1 PAVIMENTACIONES** | | | | | | | | |
| **15PSS00010JM** | **m2 PAVIMENTO DE HORMIGON HM-20, DE 20 CM, D6 # 15** | | | | | | | | |
| | DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN HM-20, DE 20 cm. DE ESPESOR, ARMADO CON MALLAZO D6 # 15 B400S, SOBRE FIRME ESTABILIZADO Y CONSOLIDADO, INCLUSO P.P. DE JUNTAS DE DILATACIÓN Y RETRACCIÓN. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Patio exterior | 1 | 4.663,00 | | | 4.663,00 | | | |
| | Aparcamiento | 1 | 263,00 | | | 263,00 | | | |
| | | 1 | 320,00 | | | 320,00 | | | |
| | Zona de servicio | 1 | 306,00 | | | 306,00 | | | |
| | | | | | | | 5.552,00 | 26,00 | 144.352,00 |
| **10SES00031** | **m2 TRAT. SUP. ACABADO CON SÍLICE, CORINDÓN, CUARZO** | | | | | | | | |
| | Tratamiento superficial de acabado de suelos de hormigón con áridos de silice, corindón y cuarzo ligados con cemento CEM II/A-L 32,5 N en proporción 1:2 y ejecutado simultaneamente con la solera, pigmentado en masa, fratasado mecánicamente y terminado con pintura al clorocaucho, incluso cortes para juntas en módulos de 25 m2 como máximo. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | Patio exterior | 1 | 4.663,00 | | | 4.663,00 | | | |
| | Aparcamiento | 1 | 263,00 | | | 263,00 | | | |
| | | 1 | 320,00 | | | 320,00 | | | |
| | Zona de servicio | 1 | 306,00 | | | 306,00 | | | |
| | | | | | | | 5.552,00 | 8,47 | 47.025,44 |
| **15PBB00020** | **m BORDILLO "RIGOLA", PREFABRICADO DE HM-40** | | | | | | | | |
| | Bordillo rigola, prefabricado de hormigón HM-40 asentado sobre base de hormigón HM-20, incluso p.p. de rejuntado con mortero (1:1). Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | Perímetro viales | 1 | 380,00 | | | 380,00 | | | |
| | | | | | | | 380,00 | 34,27 | 13.022,60 |
| **15PBB00002** | **m BORDILLO PREFABRICADO DE HM-40 ACHAFLANADO DE 17X28CM** | | | | | | | | |
| | DE BORDILLO PREFABRICADO DE HORMIGON HM-40 ACHAFLANADO, DE 17X28 cm. DE SECCION, ASENTADO SOBRE BASE DE HORMIGON HM-20, INCLUSO P.P. DE REJUNTADO CON MORTERO (1:1); CONSTRUIDO SEGUN NTE/RSP-17.MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Aparcamiento | 1 | 57,00 | | | 57,00 | | | |
| | | 1 | 55,00 | | | 55,00 | | | |
| | Zona servicio | 1 | 58,00 | | | 58,00 | | | |
| | | | | | | | 170,00 | 17,31 | 2.942,70 |
| **10SHS00001** | **m2 SOLADO CON BALDOSAS HIDRÁULICAS DE 40x40 cm BISELADAS** | | | | | | | | |
| | Solado con baldosas hidráulicas de 40x40 cm biseladas recibidas con mortero M5 (1:6), incluso nivelado con capa de arena de 2 cm de espesor medio, enlechado y limpieza del pavimento. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | Fachada nave | 1 | 68,00 | | | 68,00 | | | |
| | | | | | | | 68,00 | 17,39 | 1.182,52 |
| | **TOTAL APARTADO C1.2.1 PAVIMENTACIONES.....** | | | | | | | | **208.525,26** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.2.2 SANEAMIENTO / PLUVIALES** | | | | | | | | |
| **02ZMM00001** | **m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | D250 | 1 | 230,00 | 0,40 | 1,00 | 92,00 | | | |
| | D315 | 1 | 180,00 | 0,60 | 1,20 | 129,60 | | | |
| | D400 | 1 | 92,00 | 0,60 | 1,50 | 82,80 | | | |
| | D600 | 1 | 10,00 | 1,00 | 2,00 | 20,00 | | | |
| | | | | | | | 324,40 | 5,75 | 1.865,30 |
| **02PMM00001** | **m3 EXC. POZOS TIERRA C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MAX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en pozos, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 7 | 2,00 | 2,00 | 1,50 | 42,00 | | | |
| | | 8 | 2,00 | 2,00 | 2,30 | 73,60 | | | |
| | | | | | | | 115,60 | 8,36 | 966,42 |
| **04EAB00002** | **u ARQUETA PIE BAJANTE 63X63 cm 1 m PROF. EXC. EN TIERRAS** | | | | | | | | |
| | Arqueta a pie de bajante de 63x63 cm y 1 m de profundidad media, formada por solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor, fábrica de ladrillo perforado por tabla de 1/2 pie, enfoscada y bruñida por el interior, dado de hormigón en masa, codo de 125 mm de diámetro interior y tapa de hormigón armado con cerco de perfil laminado L 50.5, incluso excavación en tierras, relleno y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construida según CTE DB HS-5. Medida la unidad terminada. | | | | | | | | |
| | | 11 | | | | 11,00 | | | |
| | | | | | | | 11,00 | 233,31 | 2.566,41 |
| **04ECP90010** | **m COLECTOR ENTERRADO TUBERIA PRES. PVC DIÁM. 250 mm.** | | | | | | | | |
| | Colector enterrado de tubería presión de PVC 4 kg/cm2, de 250 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, incluso p.p. de cinta de señalización, piezas especiales, apisonado, excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medido entre ejes de arquetas. | | | | | | | | |
| | Ramales | 1 | 230,00 | | | 230,00 | | | |
| | | | | | | | 230,00 | 51,36 | 11.812,80 |
| **04ECP00011** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES. PVC DIÁM. NOMINAL 315 mm** | | | | | | | | |
| | Colector enterrado de tubería presión de PVC 4 kg/cm2, de 315 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, incluso p.p. de piezas especiales, excavación en tierras y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construido según CTE DB HS-5. Medido entre ejes de arquetas. | | | | | | | | |
| | | 1 | 180,00 | | | 180,00 | | | |
| | | | | | | | 180,00 | 83,04 | 14.947,20 |
| **04ECP00012** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES. PVC DIÁM. NOMINAL 400 mm** | | | | | | | | |
| | Colector enterrado de tubería presión de PVC 4 kg/cm2, de 400 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, incluso p.p. de piezas especiales, excavación en tierras y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construido según CTE DB HS-5. Medido entre ejes de arquetas. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 92,00 | | | 92,00 | | | |
| | | | | | | | 92,00 | 110,59 | 10.174,28 |
| **04ECP00014** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES. PVC DIÁM. NOMINAL 600 mm** | | | | | | | | |
| | Colector enterrado de tubería presión de PVC 4 kg/cm2, de 600 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, incluso p.p. de piezas especiales, excavación en tierras y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construido según CTE DB HS-5. Medido entre ejes de arquetas. | | | | | | | | |
| | | 1 | 10,00 | | | 10,00 | | | |
| | | | | | | | 10,00 | 156,04 | 1.560,40 |
| **02RRB00001** | **m3 RELLENO CON TIERRAS REALIZADO CON MEDIOS MANUALES** | | | | | | | | |
| | Relleno con tierras realizado con medios mecánicos y manuales, extendido en tongadas de 20 cm, comprendiendo: relleno, extendido, regado y compactado con pisón mecánico tipo pata cabra al 95% proctor, en 20 cm de profundidad. Medido en perfil compactado. | | | | | | | | |
| | D250 | 1 | 230,00 | 0,40 | 0,80 | 73,60 | | | |
| | D315 | 1 | 180,00 | 0,60 | 0,90 | 97,20 | | | |
| | D400 | 1 | 92,00 | 0,60 | 1,10 | 60,72 | | | |
| | D600 | 1 | 10,00 | 1,00 | 1,60 | 16,00 | | | |
| | | | | | | | 247,52 | 24,02 | 5.945,43 |
| **02TMM00004** | **m3 TRANSPORTE TIERRAS, DIST. MÁX. 500 m CARGA M. MANUALES** | | | | | | | | |
| | Transporte de tierras, realizado en carretillas mecánicas basculantes, a una distancia máxima de 500 m, incluso carga con medios manuales. Medido en perfil esponjado. | | | | | | | | |
| | | 1 | 192,50 | | | 192,50 | | | |
| | | | | | | | 192,50 | 15,69 | 3.020,33 |
| **04PPA00120GN** | **m. DESARR.POZO PREFAB. HM D=120** | | | | | | | | |
| | DESARROLLO DE POZO DE REGISTRO, FORMADO POR ANILLOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN EN MASA, CON JUNTA MACHIEMBRADA, DE 120 cm DE DIÁMETRO INTERIOR, INCLUSO P.P. DE SELLADO DE JUNTAS CON MORTERO DE CEMENTO, RECIBIDO DE PATES Y MEDIOS AUXILIARES, SIN INCLUIR LA EXCAVACIÓN DEL POZO, NI EL RELLENO PERIMETRAL POSTERIOR, Y PARA SER COLOCADO SOBRE OTROS ANILLOS O SOBRE SOLERA DE LA BASE. | | | | | | | | |
| | | 7 | 1,20 | | | 8,40 | | | |
| | | 8 | 2,00 | | | 16,00 | | | |
| | | | | | | | 24,40 | 90,01 | 2.196,24 |
| **04PPC00120GN** | **ud CONO ASIM.POZO PREF.H.A.120/60** | | | | | | | | |
| | CONO ASIMÉTRICO PARA BROCAL DE POZO DE REGISTRO, CONSTITUIDO POR UNA PIEZA PREFABRICADA DE HORMIGÓN ARMADO, CON JUNTA DE GOMA, DE 120 A 60 cm DE DIÁMETRO INTERIOR Y 80 cm DE ALTURA, PARA SER COLOCADO SOBRE ANILLOS DE POZO PREFABRICADOS, INCLUSO P.P. DE RECIBIDO DE PATES CON MORTERO DE CEMENTO, RECIBIDO DE MARCO Y TAPA DE HIERRO FUNDIDO DE 62.5 cm DE DIÁMETRO Y MEDIOS AUXILIARES, SIN INCLUIR LA EXCAVACIÓN DEL POZO, NI EL RELLENO PERIMETRAL POSTERIOR. | | | | | | | | |
| | | 15 | | | | 15,00 | | | |
| | | | | | | | 15,00 | 221,16 | 3.317,40 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **04EEE00001** | **u SEPARADOR DE GRASAS Y FANGOS 1.00X1.00 M. Y PROF.1.50 M** | | | | | | | | |
| | DE SEPARADOR DE GRASAS Y FANGOS DE 1.00X1.00 m Y 1.50 m DE PROFUNDIDAD, FORMADO POR SOLERA DE HORMIGON HM-20 DE 20 cm. DE ESPESOR; FABRICA DE LADRILLO PERFORADO POR TABLA DE 1 PIE, ENFOSCADA Y BRUÑIDA POR EL INTERIOR, CODOS DE ENTRADA Y SALIDA DE FIBROCEMENTO SANITARIO Y TAPA DE HORMIGON ARMADO CON CERCO DE PERFIL LAMINADO L 50:5, INCLUSO EXCAVACION EN TIERRAS, RELLENO Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO; CONSTRUIDO SEGUN ORDENANZA MUNICIPAL. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 485,00 | 485,00 |
| **04EAS00002** | **u ARQUETA SIFÓNICA 1x1 m EXC. EN TIERRAS** | | | | | | | | |
| | Arqueta sifónica de 1x1 m y 1,50 m de profundidad, formada por solera de hormigón HM-20 de 20 cm de espesor, fábrica de ladrillo perforado por tabla de 1 pie, enfoscada y bruñida por el interior; formación de sifón y tapa de hormigón armado con cerco de perfil laminado L 50.5 y patés de acero galvanizado, incluso excavación en tierras y relleno; construida según CTE y Ordenanza Municipal. Medida la unidad terminada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 520,39 | 520,39 |
| **04EAP90002** | **u ARQUETA TOMA MUEST 63X63 cm 1 m PROF. EXC. EN TIERRAS.** | | | | | | | | |
| | Arqueta de toma de muestras de 63x63 cm y 1 m de profundidad media, formada por solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor con formación de pendientes, fábrica de ladrillo perforado por tabla de 1/2 pie, enfoscada y bruñida por el interior; tapa de hormigón armado con cerco de perfil laminado l50:5 y conexión de tubos de entrada y salida, incluso excavación en tierras y relleno; construido según CTE. Medida la unidad ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 198,56 | 198,56 |

**TOTAL APARTADO C1.2.2 SANEAMIENTO /..... 59.576,16**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.2.3 CERRAMIENTO PERIMETRAL** | | | | | | | | |
| **02ZMM00002** | **m3 EXC.ZANJAS,TIERRAS C.MEDIA ,M.MECANICOS,PROF.MAX.4.00M** | | | | | | | | |
| | DE EXCAVACION, EN ZANJAS, DE TIERRAS DE CONSISTENCIA MEDIA, REALIZADA CON MEDIOS MECANICOS HASTA UNA PROFUNDIDAD MAXIMA DE 4.00 m, INCLUSO EXTRACCION A LOS BORDES Y PERFILADO DE FONDOS Y LATERALES. MEDIDA EN PERFIL NATURAL. | | | | | | | | |
| | Bajo muro perimetral | 1 | 385,00 | 0,40 | 0,50 | 77,00 | | | |
| | | | | | | | 77,00 | 4,55 | 350,35 |
| **02TMM00006** | **m3 TRANSPORTE TIERRAS,DIST.MAX. 1KM. CARGA M.MECANICOS** | | | | | | | | |
| | DE TRANSPORTE DE TIERRAS, REALIZADO EN CAMION BASCULANTE A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 1.00 km., INCLUSO CARGA CON MEDIOS MECANICOS. MEDIDO EN PERFIL ESPONJADO. | | | | | | | | |
| | | 1,1 | 77,00 | | | 84,70 | | | |
| | | | | | | | 84,70 | 2,14 | 181,26 |
| **03WSS80000** | **m2 CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA 10 cm ESP. MEDIO** | | | | | | | | |
| | Capa de hormigón de limpieza HM-20/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, de 10 cm de espesor mínimo, en elementos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de alisado de la superficie; según instrucción EHE y CTE DB SE-C. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 385,00 | 0,40 | 0,10 | 15,40 | | | |
| | | | | | | | 15,40 | 11,93 | 183,72 |
| **03ACC00011** | **kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B500S EN CIMENT.** | | | | | | | | |
| | Acero en barras corrugadas B 500 S en elementos de cimentación, incluso corte, labrado, colocación y p.p. de atado con alambre recocido, separadores y puesta en obra; según instrucción EHE. Medido en peso nominal. | | | | | | | | |
| | Zuncho (4Ø12-EØ8 a 30/ 6,05kg/m2) | 1 | 385,00 | | 6,05 | 2.329,25 | | | |
| | | | | | | | 2.329,25 | 1,24 | 2.888,27 |
| **03HAA80060** | **m3 HORMIGÓN HA-25/P/40/IIa EN VIGAS/ZUNCHOS DE CIMENT.** | | | | | | | | |
| | Hormigón para armar HA-25/P/40/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en vigas y/o zunchos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE, NCSE-02 y CTE DB SE-C. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | | | |
| | | 1 | 385,00 | 0,40 | 0,40 | 61,60 | | | |
| | | | | | | | 61,60 | 63,02 | 3.882,03 |
| **06BHH80200** | **m2 FÁBRICA ARM. 20 cm ESP. BLOQ. HORM. COLOR LISO 790x120x20 cm C/V** | | | | | | | | |
| | Fábrica armada de 20 cm de espesor, de bloques huecos de hormigón liso en color de 40x20x20 cm, a dos caras vistas, recibidos con mortero M7,5 de cemento CEM II/A-L 32,5 N, armadura triangulada de acero AHT-500 con recubrimiento de resina epoxi, cada 2 hiladas, incluso relleno de hormigón, vibrado, formación de mocheta, piezas especiales, avitolado de juntas y limpieza de paramentos; según CTE. Medida deduciendo huecos. | | | | | | | | |
| | | 1 | 385,00 | | 1,20 | 462,00 | | | |
| | | | | | | | 462,00 | 61,56 | 28.440,72 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10WRW00001** | **m REMATE CON PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN** | | | | | | | | |
| | Remate con piezas prefabricadas de hormigón a cara vista de 25 cm de anchura, recibidas con mortero M5 (1:6), sobre fábrica de bloque hueco de hormigón de 20 cm de espesor, incluso enlechado y limpieza. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 385,00 | | 2,50 | 962,50 | | | |
| | | | | | | | 962,50 | 14,18 | 13.648,25 |
| **15WCC90025N** | **m CERRAMIENTO VERJA MALLAZO 300.50.5** | | | | | | | | |
| | VERJA DE CERRAMIENTO FORMADO POR: MURETE DE HORMIGON ARMADO DE 60 cm DE ALTURA Y 20 cm DE ESPESOR SOBRE ZAPATA CORRIDA DE SECCION 40x40 cm, BASTIDOR EN MODULOS DE 2x1'5 m CON PERFILES TUBULARES 60.40.2 DE ACERO LAMINADO EN FRIO Y ANGULAR L.40.4, PAÑO DE MALLAZO ELECTROSOLDADO DE PASO 50.300 CON BARRAS DE DIAM. 5mm GALVANIZADO, CON POSTES ANCLADOS A MURETE, SEGUN PLANO DE DETALLE. INCLUSO EXCAVACION, RETIRADA DE MATERIAL SOBRANTE A VERTEDERO, HORMIGON DE LIMPIEZA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, TRATAMIENTO ANTICORROSION DE TODO EL ACERO Y ACABADO CON ESMALTE SINTETICO EN COLOR A ELEGIR, ANCLAJES A FABRICA, MATERIAL DE AGARRE Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 385,00 | | 1,50 | 577,50 | | | |
| | | | | | | | 577,50 | 193,74 | 111.884,85 |
| **15WCC1025GN** | **m2 PUERTA DE HOJAS CORREDERAS ACCESO DE VEHÍCULOS** | | | | | | | | |
| | DE PUERTA DE HOJAS CORREDERAS EJECUTADA CON PERFILES CONFORMADOS EN FRIO DE ACERO GALVANIZADO, DOBLE AGRAFADO, DE ESPESOR MINIMO 0.8 MM. INCLUSO HERRAJES DE FIJACION Y DESLIZAMIENTO, CIERRE Y SEGURIDAD, PINTURA, Y COLOCACION. MEDIDA LA SUPERFICIE INSTALADA Y TERMINADA. | | | | | | | | |
| | Entrada a planta | 1 | 10,00 | | 2,40 | 24,00 | | | |
| | | | | | | | 24,00 | 150,02 | 3.600,48 |

**TOTAL APARTADO C1.2.3 CERRAMIENTO..... 165.059,93**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.2.4 JARDINERÍA** | | | | | | | | |
| **21JPT0250GN** | **m2 PLANTACIÓN DE ESPECIES ARBUSTIVAS** | | | | | | | | |
| | Plantación de especies arbustivas seleccionadas según el distrito biogeográfico y la serie de vegetación potencial características del área de actuación, suministradas en contenedor, con una densidad de 1-2 plantas/m2, en terreno en pendiente previamente laboreado, incluido laboreo con motocultor a una profundidad de 10 cm, abonado, distribución de plantas, plantación, rastrillado, limpieza y primer riego. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | Arreate perimetral | 1 | 368,00 | | | 368,00 | | | |
| | | | | | | | 368,00 | 7,63 | 2.807,84 |
| | **TOTAL APARTADO C1.2.4 JARDINERÍA.....** | | | | | | | | **2.807,84** |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C1.2 URBANIZACIÓN.....** | | | | | | | | **435.969,19** |
| | **SUBCAPÍTULO C1.3 NAVE DE PROCESO** | | | | | | | | |
| | **APARTADO C1.3.1 EXCAVACIÓN** | | | | | | | | |
| **02PMM00001** | **m3 EXC. POZOS TIERRA C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MAX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en pozos, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 6 | 3,50 | 3,50 | 0,90 | 66,15 | | | |
| | | 11 | 3,00 | 3,00 | 0,80 | 79,20 | | | |
| | | 5 | 2,75 | 2,75 | 0,75 | 28,36 | | | |
| | | 5 | 1,50 | 1,50 | 0,60 | 6,75 | | | |
| | | | | | | | 180,46 | 8,36 | 1.508,65 |
| **02ZMM00001** | **m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 1 | 189,00 | 0,40 | 0,50 | 37,80 | | | |
| | | | | | | | 37,80 | 5,75 | 217,35 |
| | **TOTAL APARTADO C1.3.1 EXCAVACIÓN.....** | | | | | | | | **1.726,00** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## APARTADO C1.3.2 CIMENTACIONES

**03WSS80000 m2 CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA 10 cm ESP. MEDIO**

Capa de hormigón de limpieza HM-20/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, de 10 cm de espesor mínimo, en elementos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de alisado de la superficie; según instrucción EHE y CTE DB SE-C. Medida la superficie ejecutada.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 3,50 | 3,50 | 0,10 | 7,35 | | | |
| 11 | 3,00 | 3,00 | 0,10 | 9,90 | | | |
| 5 | 2,75 | 2,75 | 0,10 | 3,78 | | | |
| 5 | 1,50 | 1,50 | 0,10 | 1,13 | | | |
| 1 | 189,00 | 0,40 | 0,10 | 7,56 | | | |
| | | | | | 29,72 | 11,93 | 354,56 |

**03ERT00001 m2 ENCOFRADO METÁLICO EN ZUNCHOS, ZAPATAS Y ENCEPADOS**

Encofrado metálico en zunchos, zapatas y encepados, incluso limpieza, aplicación del desencofrante, desencofrado, y p.p. de elementos complementarios para su estabilidad y adecuada ejecución; construido según instrucción EHE. Medida la superficie de encofrado útil.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 3,50 | | 0,90 | 75,60 | | | |
| 44 | 3,00 | | 0,80 | 105,60 | | | |
| 20 | 2,75 | | 0,75 | 41,25 | | | |
| 20 | 1,50 | | 0,60 | 18,00 | | | |
| 2 | 189,00 | | 0,50 | 189,00 | | | |
| | | | | | 429,45 | 10,42 | 4.474,87 |

**03ACC00011 kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B500S EN CIMENT.**

Acero en barras corrugadas B 500 S en elementos de cimentación, incluso corte, labrado, colocación y p.p. de atado con alambre recocido, separadores y puesta en obra; según instrucción EHE. Medido en peso nominal.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kg | 1 | 9.428,00 | | | 9.428,00 | | |
| | | | | | 9.428,00 | 1,24 | 11.690,72 |

**03HAZ80040 m3 HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa EN ZAPATAS Y ENCEPADOS**

Hormigón para armar HA-30/B/20/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en zapatas y encepados, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE DB SE-C. Medido el volumen teórico ejecutado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 3,50 | 3,50 | 0,80 | 58,80 | | | |
| 11 | 3,00 | 3,00 | 0,70 | 69,30 | | | |
| 5 | 2,75 | 2,75 | 0,65 | 24,58 | | | |
| 5 | 1,50 | 1,50 | 0,50 | 5,63 | | | |
| | | | | | 158,31 | 111,62 | 17.670,56 |

**03HAA80090 m3 HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa EN VIGAS/ZUNCHOS DE CIMENT.**

Hormigón para armar HA-30/B/20/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en vigas y/o zunchos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE, NCSE-02 y CTE DB SE-C. Medido el volumen teórico ejecutado.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 189,00 | 0,40 | 0,40 | 30,24 | | | |
| | | | | | 30,24 | 112,57 | 3.404,12 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **TOTAL APARTADO C1.3.2 CIMENTACIONES.....** | | | | | | | | **37.594,83** |
| | **APARTADO C1.3.3 ESTRUCTURAS** | | | | | | | | |
| **05ACS00000** | **kg ACERO PERFILES LAM. EN CAL. EN SOPORTES SIMPLES** | | | | | | | | |
| | Acero en perfiles en caliente S 275 JR en soportes simples, incluso, corte, elaboración y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante y p.p. de soldadura de cabeza y base casquillos y piezas especiales; construido ségun CTE DB SE-A. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | HEB | 1 | 36.851,00 | | | 36.851,00 | | | |
| | | | | | | | 36.851,00 | 1,52 | 56.013,52 |
| **05ACJ00040** | **kg ACERO PERFILES LAM. EN CAL. EN VIGAS UNIÓN SOLDADA** | | | | | | | | |
| | Acero en perfiles laminados en caliente S 275 JR en vigas, mediante unión soldada, incluso corte y elaboración, montaje, lijado, imprimación con capa de imprimación antioxidante y p.p. de soldadura, previa limpieza de bordes, pletinas, casquillos y piezas especiales; construido según CTE DB SE-A. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | PVS | 1 | 105.714,00 | | | 105.714,00 | | | |
| | IPE | 1 | 5.485,00 | | | 5.485,00 | | | |
| | | | | | | | 111.199,00 | 1,62 | 180.142,38 |
| **05ACW00051N** | **ud TIRANTE BARRA ROSCADA D=18 MM** | | | | | | | | |
| | DE TIRANTE PARA APOYO DE VIGA CARGADERO DE LAS VIGUETAS DE LA GALERIA PRINCIPAL FORMADO POR UNA BARRA DE ACERO DIAMETRO 12 mm ROSCADA Y PASANTE AL FORJADO DE CUBIERTA Y SOLDADA A LA PROPIA VIGA QUE SOSTIENE, INCLUSO CORTE, ELABORACION Y MONTAJE, IMPRIMACION CON 40 MICRAS DE MINIO AL PLOMO Y P.P. DE ELEMENTOS DE UNION Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 581,00 | | | 581,00 | | | |
| | | | | | | | 581,00 | 16,07 | 9.336,67 |
| **05ACW00001** | **kg ACERO S275JR EN PLACA DE ANCLAJE A CIMENTACIÓN** | | | | | | | | |
| | Acero S 275 JR en placa de anclaje a la cimentación con cuatro barras de acero B 500 S de 20 mm soldadas o atornilladas y taladro central de 5 cm de diámetro, incluso corte elaboración y montaje, capa de imprimación antioxidante y p.p. de elementos de unión y ayudas de albañilería; construido según NCSR-02, EHE y CTE. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | | 1 | 1.800,00 | | | 1.800,00 | | | |
| | | | | | | | 1.800,00 | 2,39 | 4.302,00 |
| **13EEE00020** | **kg PINTADO ESMALTE SINTÉTICO S/SOPORTES, VIGAS, VIGUETAS METÁLICAS** | | | | | | | | |
| | Pintado al esmalte sintético sobre soportes, vigas y viguetas estructurales metálicas, formado por: rascado y limpieza de óxidos, imprimación anticorrosiva y dos manos de color. Medido en peso nominal de los elementos estructurales pintados. | | | | | | | | |
| | | 1 | 150.431,00 | | | 150.431,00 | | | |
| | | | | | | | 150.431,00 | 0,32 | 48.137,92 |
| | **TOTAL APARTADO C1.3.3 ESTRUCTURAS.....** | | | | | | | | **297.932,49** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.3.4. ALBAÑILERÍA** | | | | | | | | |
| **15PSS00010JM** | **m2 PAVIMENTO DE HORMIGON HM-20, DE 20 CM, D6 # 15** | | | | | | | | |
| | DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN HM-20, DE 20 cm. DE ESPESOR, ARMADO CON MALLAZO D6 # 15 B400S, SOBRE FIRME ESTABILIZADO Y CONSOLIDADO, INCLUSO P.P. DE JUNTAS DE DILATACIÓN Y RETRACCIÓN. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | 45,00 | | 2.250,00 | | | |
| | | | | | | | 2.250,00 | 26,00 | 58.500,00 |
| **10SES00031** | **m2 TRAT. SUP. ACABADO CON SÍLICE, CORINDÓN, CUARZO** | | | | | | | | |
| | Tratamiento superficial de acabado de suelos de hormigón con áridos de silice, corindón y cuarzo ligados con cemento CEM II/A-L 32,5 N en proporción 1:2 y ejecutado simultaneamente con la solera, pigmentado en masa, fratasado mecánicamente y terminado con pintura al clorocaucho, incluso cortes para juntas en módulos de 25 m2 como máximo. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | 45,00 | | 2.250,00 | | | |
| | | | | | | | 2.250,00 | 8,47 | 19.057,50 |
| **06BHH80200** | **m2 FÁBRICA ARM. 20 cm ESP. BLOQ. HORM. COLOR LISO 790x120x20 cm C/V** | | | | | | | | |
| | Fábrica armada de 20 cm de espesor, de bloques huecos de hormigón liso en color de 40x20x20 cm, a dos caras vistas, recibidos con mortero M7,5 de cemento CEM II/A-L 32,5 N, armadura triangulada de acero AHT-500 con recubrimiento de resina epoxi, cada 2 hiladas, incluso relleno de hormigón, vibrado, formación de mocheta, piezas especiales, avitolado de juntas y limpieza de paramentos; según CTE. Medida deduciendo huecos. | | | | | | | | |
| | Laterales | 12 | 8,33 | | 8,69 | 868,65 | | | |
| | | -12 | 4,53 | | | -54,36 | | | |
| | Fachada | 1 | 45,40 | | 8,69 | 394,53 | | | |
| | | -1 | 40,50 | | | -40,50 | | | |
| | Interiores | 3 | 15,00 | | 8,69 | 391,05 | | | |
| | | 1 | 50,00 | | 8,69 | 434,50 | | | |
| | | | | | | | 1.993,87 | 61,56 | 122.742,64 |
| | **TOTAL APARTADO C1.3.4. ALBAÑILERÍA.....** | | | | | | | | **200.300,14** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.3.5 CUBIERTA Y CERRAMIENTO** | | | | | | | | |
| **07IGF0003G** | **m2 CHAPA GRECADA MONTAJE EN CUBIERTA DE 0,6 MM LACADA** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE EN CUBIERTA DE PERFIL CONFORMADO DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE DE 0,6 MM DE ESPESOR, PRELACADO EN POLIÉSTER, FABRICADO SEGÚN NORMA EN-508-1. INCLUSO P.P. DE ACCESORIOS DE FIJACIÓN, JUNTAS DE ESTANQUEIDAD Y MEDIOS AUXILIARES PARA SU COLOCACIÓN. MEDIDA EN VERDADERA MAGNITUD LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 0,75 | 2.288,00 | | | 1.716,00 | | | |
| | | | | | | | 1.716,00 | 17,87 | 30.664,92 |
| **07IGF0002G** | **m2 FALDÓN DE CHAPA DE 0,6 MM LACADA EN PARAMENTOS** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE VERTICAL DE FALDÓN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE DE 0,6 MM DE ESPESOR, PRELACADO EN POLIÉSTER, FABRICADO SEGÚN NORMA EN-508-1. INCLUSO P.P. DE ESTRUCTURA DE FIJACIÓN EN PERFILES DE ACERO LAMINADO, JUNTAS DE ESTANQUEIDAD Y ELEMENTOS ESPECIALES. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Laterales | 2 | 56,00 | | | 112,00 | | | |
| | Trasera | 1 | 183,00 | | | 183,00 | | | |
| | Delantera | 1 | 233,00 | | | 233,00 | | | |
| | | | | | | | 528,00 | 17,37 | 9.171,36 |
| **07ISF0001GL** | **m2 LUCERNARIO FALDON PLACA ONDULADA POLIESTER REFORZADO INCOLORO** | | | | | | | | |
| | DE LUCERNARIO FORMADO POR FALDON DE PLACA ONDULADA DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO INCOLORO, CON CARACTERÍTCAS SEGÚN UNE EN 1013 PARTES 1 Y 2, ADEMÁS DE ISO 4892 Y EN ISO 6603-1:1996. CON CAPACIDAD PARA RESITIR UN CARGA SUPERFCIAL DE 120 kG/M2 PARA LA LUZ DE CÁLCULO CON QUE SE MONTE.INCLUSO P.P. DE SOLAPES, ACCESORIOS DE FIJACION Y JUNTAS DE ESTANQUIDAD; MONTAJE SEGUN NTE/QTS-5, CUMPLIENDO LA LEY DE PRL 31/1995 ASÍ COMO RD 1627/1997 Y RD 39/1997. MEDIDO EN VERDADERA MAGNITUD DEDUCIENDO HUECOS MAYORES DE 1.00 m2. | | | | | | | | |
| | | 0,25 | 2.288,00 | | | 572,00 | | | |
| | | | | | | | 572,00 | 17,67 | 10.107,24 |
| **07IGL00011G** | **m REMATERÍA DIVERSA CH.LISA AC.GALV. ACABADO POLIESTER** | | | | | | | | |
| | DE REMATERÍA DIVERSA EN CUMBRERA, PIÑÓN, PERIMETRAL DE ELEMENTOS MONTADOS EN CUBIERTA Y ENCUENTROS VARIOS, DE CHAPA LISA DE 0,7 MM DE ESPESOR DE ACERO GALVANIZADO ACABADO EXTERIORMENTE CON RESINA DE POLIESTER SILICONA, CON DESARROLLO MINIMO DE 500 MM. INCLUSO P.P. DE SOLAPES, ACCESORIOS FIJACION Y JUNTAS DE ESTANQUIDAD, SEGUN NTE/QTG-9. MEDIDA LA LONGITUD TERMINADA EN VERDADERA MAGNITUD. | | | | | | | | |
| | | 2 | 192,00 | | | 384,00 | | | |
| | | | | | | | 384,00 | 14,56 | 5.591,04 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **07IGW0021G** | **m2 CANALON CHAPA LISA ACERO GALVANIZADO UNE-EN 12056-3** | | | | | | | | |
| | DE CANALÓN DE CHAPA LISA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,7 MM DE ESPESOR, CONSTRUIDO SEGÚN UNE-EN 12056-3. INCLUSO P.P. DE SOLAPES, EMBOCADURAS DE BAJANTE, ACCESORIOS DE FIJACION Y JUNTAS DE ESTANQUIDAD EN MONTAJE SELLADO. MEDIDA LA SUPERFICIE DESARROLLADA TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | 50,00 | | | 100,00 | | | |
| | | | | | | | 100,00 | 20,52 | 2.052,00 |
| **07IGW0031G** | **u CAJA SUMIDERO DE CHAPA PARA CANALÓN UNE-EN 12056-3** | | | | | | | | |
| | DE SUMIDERO O CAJA RECEPTORA DE CHAPA LISA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,6 MM DE ESPESOR, PARA VERTIDO DE TRANSICIÓN ENTRE CANALÓN Y BAJANTE, CONSTRUIDA SEGÚN UNE-EN 12056-3, INCLUSO P.P. DE SOLAPES, EMBOCADURAS, ACCESORIOS DE FIJACIÓN, CONEXIONES A RED VERTICAL Y JUNTAS DE ESTANQUIDAD. MEDIDA LA UNIDAD MONTADA. | | | | | | | | |
| | | 8 | | | | 8,00 | | | |
| | | | | | | | 8,00 | 33,38 | 267,04 |
| **D25NL040** | **m BAJANTE PLUV. DE PVC 125 mm.** | | | | | | | | |
| | Ml. Tubería de PVC de 125 mm. serie F de Saenger color gris, UNE 53.114 ISO-DIS 3633 para bajantes de pluviales y ventilación, i/codos, injertos y demás accesorios, totalmente instalada. | | | | | | | | |
| | | 8 | 11,00 | | 1,00 | 88,00 | | | |
| | | | | | | | 88,00 | 12,21 | 1.074,48 |
| **11APW0014G** | **m2 PUERTA GARAJE BASCULANTE CHAPA GALVANIZADA LACADA** | | | | | | | | |
| | DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE PORTAL TIPO PRELEVA DE 10 A 40 M2 DE ACCIONAMIENTO MANUAL, FORMADO POR PUERTA DE DOBLE HOJA BASCULANTE CON BASTIDOR INTERIOR EN PERFILES TUBULARES GALVANIZADOS PINTADOS, EMPANELADO A UNA CARA CON CHAPA DE ACERO PLEGADA DE 0,6 MM GALVANIZADA Y PRELACADA POR INMERSION, SOBRE MARCO FABRICADO EN PERFILES LAMINADOS DE ACERO CON GARRAS DE FIJACION. INCLUSO P.P. DE PUERTA PEATONAL, HERRAJES, CONTRAPESOS, CABLES, MEDIOS AUXILIARES Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA LA SUPERFICIE MONTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 21,00 | | | 21,00 | | | |
| | | 2 | 11,50 | | | 23,00 | | | |
| | | | | | | | 44,00 | 338,91 | 14.912,04 |
| **07AEST002G** | **m AIREADOR ESTATICO PARA VENTILACIÓN LINEAL** | | | | | | | | |
| | VENTILACIÓN LINEAL MEDIANTE AIREADOR ESTÁTICO FABRICADO EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 0,7 MM DE ESPESOR LACADA EN POLIÉSTER HASTA 900 MM DE GARGANTA, INSTALADO EN CUBIERTA SOBRE PERFILES DE SOPORTE DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE. INCLUSO P.P. DE SOLAPES, ACCESORIOS DE FIJACION Y JUNTAS DE ESTANQUIDAD; CONSTRUIDO SEGUN NTE/QTG-9. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 177,48 | 8.874,00 |

**TOTAL APARTADO C1.3.5 CUBIERTA Y..... 82.714,12**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## APARTADO C1.3.6 CARPINTERÍAS

**11APW00011N1 m2 PUERTA GARAJE BASCUL. CON ACCESO PEATON**

PUERTA DE ACCESO A GARAJE DE HOJAS BASCULANTES O CORREDERA, FORMADA POR: CERCO DE PERFIL TUBULAR LAMINADO EN FRIO DE 60x40x4 mm. CON GARRAS DE FIJACION, HOJAS CON ESTRUCTURA DE PERFILES DE IGUALES CARACTERISTICAS, DE 50x50x3 mm., EMPANELADAS POR UNA CARA CON CHAPA GRECADA DE 0.8 mm, CON HOJA ABATIBLE FORMANDO PUERTA DE PASO PEATONAL INTEGRADA EN PAÑO INFERIOR. INCLUSO COLOCACION FIJADA A ESTRUCTURA, P.P. DE GUIAS POLEAS, CONTRAPESOS, CABLES, TIRADOR, CERRADURAS Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL CERCO.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Exteriores (m2) | 2 | 11,50 | | | 23,00 | | | |
| | 1 | 21,00 | | | 21,00 | | | |
| Taller | 1 | 9,00 | | | 9,00 | | | |
| Almacén | 2 | 9,00 | | | 18,00 | | | |
| | | | | | | 71,00 | 142,76 | 10.135,96 |

**11APA80000 m2 PUERTA ENTRADA ABATIBLE/CORREDERA AC. GALVANIZADO LACADO**

Puerta de entrada de seguridad hojas abatibles ejecutada con dos chapas de acero galvanizado en caliente, con espesor mínimo 1,2 mm con acabado en lacado, nucleo inyectado de espuma de rígida de poliuretano de alta densidad, bulones antipalanca, cerradura de seguridad embutida con 3 puntos de cierre, junquillos, cantoneras, mirilla, patillas de fijación, precerco de acero conformado en frio de 1,5 mm de espesor, juntas de estanqueidad de neopreno, herrajes de cuelgue, cierre y seguridad y p.p. de sellado de juntas con masilla elástica; construida según CTE. Medida de fuera a fuera del cerco.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calidad | 1 | | 1,98 | 2,40 | 4,75 | | | |
| | | | | | | 4,75 | 270,67 | 1.285,68 |

**11LVF00152 m2 VENTANA FIJA ALUM. LACADO TIPO III (1,50-3 m2)**

Ventana fija ejecutada con perfiles de aleación de aluminio con espesor de 1,5 mm y capa de lacado en color según normas GSB, espesor mínimo 60 micras, tipo III (1,50-3 m2), incluso precerco de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado con patillas de fijación, junquillos, junta de estanqueidad de neopreno y p.p. de sellado de juntas con masilla elástica. La carpintería debe cumplir los parámetros de permeabilidad, estanqueidad y resistencia al viento en las zonas A o B; construida según CTE. Medida de fuera a fuera del cerco.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (m2) | 12 | 2,30 | | | 27,60 | | | |
| | | | | | | 27,60 | 58,98 | 1.627,85 |

**12LCS00032N m2 ACRIST. LUNA PULIDA TRASLUC.,6 MM.,COLOCADA PERFIL CONT**

DE ACRISTALAMIENTO CON LUNA PULIDA FLOTADA TRASLUCIDA DE 5 mm. DE ESPESOR, COLOCADA CON PERFIL CONTINUO; INCLUSO PERFIL EN U DE NEOPRENO, CORTES, Y COLOCACION DE JUNQUILLOS; CONSTRUIDO SEGUN NTE/FVP-9 E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA SUPERFICIE ACRISTALADA EN MULTIPLOS DE 30 mm.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 | 1,92 | | | 23,04 | | | |
| | | | | | | 23,04 | 37,90 | 873,22 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11SCL00001 | **m2 CELOSIA FIJA LAMAS FIJAS AL. CON BASTIDOR** | | | | | | | | |
| | DE CELOSIA FIJA DE LAMAS FIJAS DE ALUMINIO ANODIZADO EN SU COLOR, FORMADA POR: LAMAS CON PLEGADURA EN LOS BORDES DE 130X1.5 mm. SEPARADAS 30 mm., BASTIDOR Y TRAVESA¥OS O MONTANTES CON PERFILES TUBULARES DE 30X15X1.5 mm. Y ANCLAJE A LOS PARAMENTOS; INCLUSO P.P. DE MATERIAL DE AGARRE Y COLOCACION. MEDIDA DE FUERA A FUERA. | | | | | | | | |
| | | 12 | 2,24 | | | 26,88 | | | |
| | | | | | | | 26,88 | 73,04 | 1.963,32 |
| | **TOTAL APARTADO C1.3.6 CARPINTERÍAS.....** | | | | | | | | **15.886,03** |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C1.3 NAVE DE PROCESO.....** | | | | | | | | **636.153,61** |
| | **SUBCAPÍTULO C1.4 OFICINAS** | | | | | | | | |
| | **APARTADO C1.4.1 EXCAVACIÓN** | | | | | | | | |
| 02PMM00001 | **m3 EXC. POZOS TIERRA C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MAX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en pozos, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 18 | 1,50 | 1,50 | 0,60 | 24,30 | | | |
| | | | | | | | 24,30 | 8,36 | 203,15 |
| 02ZMM00001 | **m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 1 | 146,00 | 0,40 | 0,50 | 29,20 | | | |
| | | | | | | | 29,20 | 5,75 | 167,90 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.1 EXCAVACIÓN.....** | | | | | | | | **371,05** |
| | **APARTADO C1.4.2 CIMENTACIÓN** | | | | | | | | |
| 03WSS80000 | **m2 CAPA DE HORMIGÓN DE LIMPIEZA 10 cm ESP. MEDIO** | | | | | | | | |
| | Capa de hormigón de limpieza HM-20/P/20/IIa, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, de 10 cm de espesor mínimo, en elementos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de alisado de la superficie; según instrucción EHE y CTE DB SE-C. Medida la superficie ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 18 | 1,50 | 1,50 | 0,10 | 4,05 | | | |
| | | 1 | 146,00 | 0,40 | 0,10 | 5,84 | | | |
| | | | | | | | 9,89 | 11,93 | 117,99 |
| 03ERT00001 | **m2 ENCOFRADO METÁLICO EN ZUNCHOS, ZAPATAS Y ENCEPADOS** | | | | | | | | |
| | Encofrado metálico en zunchos, zapatas y encepados, incluso limpieza, aplicación del desencofrante, desencofrado, y p.p. de elementos complementarios para su estabilidad y adecuada ejecución; construido según instrucción EHE. Medida la superficie de encofrado útil. | | | | | | | | |
| | | 72 | 1,50 | | 0,60 | 64,80 | | | |
| | | 2 | 146,00 | | 0,50 | 146,00 | | | |
| | | | | | | | 210,80 | 10,42 | 2.196,54 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03ACC00011 | **kg ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B500S EN CIMENT.** | | | | | | | | |
| | Acero en barras corrugadas B 500 S en elementos de cimentación, incluso corte, labrado, colocación y p.p. de atado con alambre recocido, separadores y puesta en obra; según instrucción EHE. Medido en peso nominal. | | | | | | | | |
| | Kg | 1 | 2.181,00 | | | 2.181,00 | | | |
| | | | | | | | 2.181,00 | 1,24 | 2.704,44 |
| 03HAZ80040 | **m3 HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa EN ZAPATAS Y ENCEPADOS** | | | | | | | | |
| | Hormigón para armar HA-30/B/20/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en zapatas y encepados, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE DB SE-C. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | | | |
| | | 18 | 1,50 | 1,50 | 0,50 | 20,25 | | | |
| | | | | | | | 20,25 | 111,62 | 2.260,31 |
| 03HAA80090 | **m3 HORMIGÓN HA-30/B/20/IIa EN VIGAS/ZUNCHOS DE CIMENT.** | | | | | | | | |
| | Hormigón para armar HA-30/B/20/IIa, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en vigas y/o zunchos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado; según instrucción EHE, NCSE-02 y CTE DB SE-C. Medido el volumen teórico ejecutado. | | | | | | | | |
| | | 1 | 146,00 | 0,40 | 0,40 | 23,36 | | | |
| | | | | | | | 23,36 | 112,57 | 2.629,64 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.2 CIMENTACIÓN.....** | | | | | | | | **9.908,92** |
| | **APARTADO C1.4.3 ESTRUCTURA** | | | | | | | | |
| 05ACS00000 | **kg ACERO PERFILES LAM. EN CAL. EN SOPORTES SIMPLES** | | | | | | | | |
| | Acero en perfiles en caliente S 275 JR en soportes simples, incluso, corte, elaboración y montaje, lijado, con capa de imprimación antioxidante y p.p. de soldadura de cabeza y base casquillos y piezas especiales; construido ségun CTE DB SE-A. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | HEB | 1 | 7.725,00 | | | 7.725,00 | | | |
| | | | | | | | 7.725,00 | 1,52 | 11.742,00 |
| 05ACJ00040 | **kg ACERO PERFILES LAM. EN CAL. EN VIGAS UNIÓN SOLDADA** | | | | | | | | |
| | Acero en perfiles laminados en caliente S 275 JR en vigas, mediante unión soldada, incluso corte y elaboración, montaje, lijado, imprimación con capa de imprimación antioxidante y p.p. de soldadura, previa limpieza de bordes, pletinas, casquillos y piezas especiales; construido según CTE DB SE-A. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | | 1 | 14.746,00 | | | 14.746,00 | | | |
| | | | | | | | 14.746,00 | 1,62 | 23.888,52 |
| 05ACW00001 | **kg ACERO S275JR EN PLACA DE ANCLAJE A CIMENTACIÓN** | | | | | | | | |
| | Acero S 275 JR en placa de anclaje a la cimentación con cuatro barras de acero B 500 S de 20 mm soldadas o atornilladas y taladro central de 5 cm de diámetro, incluso corte elaboración y montaje, capa de imprimación antioxidante y p.p. de elementos de unión y ayudas de albañilería; construido según NCSR-02, EHE y CTE. Medido el peso nominal. | | | | | | | | |
| | | 1 | 560,00 | | | 560,00 | | | |
| | | | | | | | 560,00 | 2,39 | 1.338,40 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13EEE00020 | kg **PINTADO ESMALTE SINTÉTICO S/SOPORTES, VIGAS, VIGUETAS METÁLICAS** | | | | | | | | |
| | Pintado al esmalte sintético sobre soportes, vigas y viguetas estructurales metálicas, formado por: rascado y limpieza de óxidos, imprimación anticorrosiva y dos manos de color. Medido en peso nominal de los elementos estructurales pintados. | | | | | | | | |
| | | 1 | 36.969,00 | | | 36.969,00 | | | |
| | | | | | | | 36.969,00 | 0,32 | 11.830,08 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.3 ESTRUCTURA.....** | | | | | | | | **48.799,00** |
| | **APARTADO C1.4.4 ALBAÑILERÍA** | | | | | | | | |
| 06BHH80200 | m2 **FÁBRICA ARM. 20 cm ESP. BLOQ. HORM. COLOR LISO 790x120x20 cm C/V** | | | | | | | | |
| | Fábrica armada de 20 cm de espesor, de bloques huecos de hormigón liso en color de 40x20x20 cm, a dos caras vistas, recibidos con mortero M7,5 de cemento CEM II/A-L 32,5 N, armadura triangulada de acero AHT-500 con recubrimiento de resina epoxi, cada 2 hiladas, incluso relleno de hormigón, vibrado, formación de mocheta, piezas especiales, avitolado de juntas y limpieza de paramentos; según CTE. Medida deduciendo huecos. | | | | | | | | |
| | Cerramiento | 1 | 120,00 | | 6,50 | 780,00 | | | |
| | | -1 | 49,35 | | | -49,35 | | | |
| | Interiores | 1 | 69,00 | | 3,25 | 224,25 | | | |
| | | 2 | 14,00 | | 6,50 | 182,00 | | | |
| | | | | | | | 1.136,90 | 61,56 | 69.987,56 |
| 06DSS00001 | m2 **TABIQUE DE L. HUECO SENCILLO CON MORTERO M-40 (1:6)** | | | | | | | | |
| | DE TABIQUE DE LADRILLO HUECO SENCILLO DE 4 cm. DE ESPESOR RECIBIDO CON MORTERO M-4 (1:6) CON PLASTIFICANTE, CONSTRUIDO SEGUN NTE/PTL. MEDIDO A CINTA CORRIDA. | | | | | | | | |
| | Aseos | 1 | 37,00 | | 3,25 | 120,25 | | | |
| | | | | | | | 120,25 | 8,93 | 1.073,83 |
| 06WWR00003 | m2 **RECIBIDO DE CARPINTERIA METALICA EN VENTANAS** | | | | | | | | |
| | DE RECIBIDO DE CARPINTERIA METALICA EN VENTANAS Y BALCONES CON MORTERO M-4 (1:6), INCLUSO APERTURA DE HUECOS PARA GARRAS. MEDIDO SEGUN LA MEDICION DE LA CARPINTERIA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 37,50 | | | 37,50 | | | |
| | | | | | | | 37,50 | 10,58 | 396,75 |
| 06WWR00005 | m2 **RECIBIDO DE CARPINTERIA METALICA EN PUERTAS** | | | | | | | | |
| | DE RECIBIDO DE CARPINTERIA METALICA EN PUERTAS CON MORTERO M-4 (1:6), INCLUSO APERTURA DE HUECOS PARA GARRAS. MEDIDO SEGUN LA MEDICION DE LA CARPINTERIA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 12,00 | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 10,58 | 126,96 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 06DPC80600 | **m2 TABIQUE DOBLE ESTRUCT. PL. YESO LAM. (13x2+46x2+13x2) 144 mm** | | | | | | | | |
| | Tabique de doble estructura formado por con dos placas de yeso laminado de 13 mm de espesor por cada cara y espesor final de 144 mm, cubriendo la altura total de suelo a techo, atornillado a doble entramado de acero galvanizado con una separación de montantes de 60 cm, incluso nivelación, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y recibido de cajas, encintado y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de las placas. Medido deduciendo huecos. | | | | | | | | |
| | Oficinas | 1 | 70,00 | | 3,25 | 227,50 | | | |
| | | -1 | 18,70 | | | -18,70 | | | |
| | | | | | | | 208,80 | 40,55 | 8.466,84 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.4 ALBAÑILERÍA.....** | | | | | | | | **80.051,94** |
| | **APARTADO C1.4.5 INSTALACÍON ELÉCTRICA** | | | | | | | | |
| 08EWW00045 | **u ARMARIO CUADRO MANDO Y DISTRIB. 9 ELEM. METÁLICO SUPERFICIE** | | | | | | | | |
| | Armario para cuadro de mando y distribución, para 9 elementos, metálico para montaje superficial, con aparellaje, incluso ayudas de albañilería y conexión, construido según REBT. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor y vestuarios | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Oficinas | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 31,81 | 63,62 |
| 08EIM00305 | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 32 A** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 32 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Oficinas | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 90,95 | 181,90 |
| 08EID00023 | **u INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 40 A SENS. 0,03 A** | | | | | | | | |
| | Interruptor diferencial IIII de 40 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad, 25 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Oficinas | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 154,96 | 619,84 |
| 08EIM00101 | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 10 A 2P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | Oficina | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 23,64 | 118,20 |
| 08EIM00102 | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 16 A 2P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | Oficina | 3 | | | | 3,00 | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 6,00 | 23,64 | 141,84 |
| **08ECC00102** | **m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm2 EMPOTRADO** | | | | | | | | |
| | Circuito monofásico,instalado con cable de cobre de tres conductores de 1,5 mm2 de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | 250,00 | | | 250,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 150,00 | | | 150,00 | | | |
| | | | | | | | 400,00 | 2,74 | 1.096,00 |
| **08ECC00103** | **m CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm2 EMPOTRADO** | | | | | | | | |
| | Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albñileria; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | 116,00 | | | 116,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 120,00 | | | 120,00 | | | |
| | | | | | | | 236,00 | 2,96 | 698,56 |
| **08ETT00003** | **u TOMA CORRIENTE EMPOTRADA 16 A CON 2,5 mm2** | | | | | | | | |
| | Toma de corriente empotrada de 16 A con puesta a tierra, instalada con cable de cobre de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado bajo tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso mecanismo de primera calidad y p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido REBT. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Oficina | 28 | | | | 28,00 | | | |
| | Comedor | 15 | | | | 15,00 | | | |
| | | | | | | | 43,00 | 24,66 | 1.060,38 |
| **08ELL00001** | **u PUNTO DE LUZ SENCILLO EMPOTRADO** | | | | | | | | |
| | Punto de luz sencillo instalado con cable de cobre de 1,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso mecanismos de primera calidad empotrados y p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Oficina | 9 | | | | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 11,00 | 16,91 | 186,01 |
| **08ELL00002** | **u PUNTO DE LUZ CONMUTADO EMPOTRADO** | | | | | | | | |
| | Punto de luz conmutado instalado con cable de cobre de 1,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso mecanismos de primera calidad empotrados y p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Comedor | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | Oficina | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 31,35 | 125,40 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08WII00036 | u **LUMINARIA EMPOTRADA LAMPARA TC 42 W.** | | | | | | | | |
| | DE LUMINARIA PARA EMPOTRAR, FORMADA POR BANDEJA PORTA-LÁMPARA DE CHAPA DE ACERO FOSFATADA Y ESMALTADA EN CALIENTE, DIFUSOR DE CRISTAL, LAMPARA TC DE 42 W Y 3.200 LM. EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS, INCLUSO MONTAJE Y CONEXIONES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 10 | | | | 10,00 | | | |
| | | | | | | | 10,00 | 105,76 | 1.057,60 |
| 08WII00037 | u **LUMINARIA EMPOTRADA LAMPARA TL5 13 W.** | | | | | | | | |
| | DE LUMINARIA PARA EMPOTRAR, FORMADA POR BANDEJA PORTA-LÁMPARA DE CHAPA DE ACERO FOSFATADA Y ESMALTADA EN CALIENTE, DIFUSOR DE CRISTAL, LAMPARA TL5 DE 42 W Y 4.600 LM. EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS, INCLUSO MONTAJE Y CONEXIONES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 105,76 | 423,04 |
| 08WII00038 | u **LUMINARIA EMPOTRADA LAMPARA TL5 73 W.** | | | | | | | | |
| | DE LUMINARIA PARA EMPOTRAR, FORMADA POR BANDEJA PORTA-LÁMPARAS DE CHAPA DE ACERO FOSFATADA Y ESMALTADA EN CALIENTE, DIFUSOR DE CRISTAL, LAMPARAS TL5 DE 73 W Y 6.550 LM. EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS, INCLUSO MONTAJE Y CONEXIONES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 19 | | | | 19,00 | | | |
| | | | | | | | 19,00 | 115,76 | 2.199,44 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.5 INSTALACÍON ELÉCTRICA.** | | | | | | | | **7.971,83** |
| | **APARTADO C1.4.6 FONTANERÍA** | | | | | | | | |
| 08FAC00204N | u **CONTADOR DIVISIONARIO PARA AGUA DIAM.79 mm** | | | | | | | | |
| | DE CONTADOR PARA AGUA FRIA, DE 79 mm DE CALIBRE; INCLUSO LLAVES DE PASO Y P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL Y CONEXIONES; CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFF-19. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y PROBADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 190,95 | 190,95 |
| 08FFC00006N | m **CANALIZACION COBRE,EMPOTRADA O BAJO PAVIMENTO, 42 mm** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION DE COBRE, EMPOTRADA O ENTERRADA DE 42 mm. DE DIAMETRO NOMINAL Y 1 mm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P.DE UNIONES, PIEZAS ESPECIALES, GRAPAS, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFF-22. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 38,00 | | | 38,00 | | | |
| | | | | | | | 38,00 | 7,90 | 300,20 |
| 08FVL00003N2 | u **LLAVE PASO DIAM. 42 mm** | | | | | | | | |
| | DE LLAVE DE PASO CROMADA A JUEGO CON GRIFERIA, COLOCADA EN CANALIZACIOM DE 42 mm DE DIAMETRO, INCLUSO PEQUEÑO MATERIAL; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFF-23. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 2,00 | 15,20 | 30,40 |
| **08FTC00651N** | **u CALENTADOR ACUMULADOR ELECTRICO 500 l.** | | | | | | | | |
| | DE CALENTADOR INDIVIDUAL ACUMULADOR ELECTRICO DE 500 L. DE CAPACIDAD, CON 7000 W. DE POTENCIA; INCLUSO COLOCACION, CONEXION Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFC-33. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 662,46 | 1.324,92 |
| **08FSI00001** | **u INODORO TANQUE BAJO, PORCELANA VITRIFICADA BLANCO** | | | | | | | | |
| | DE INODORO DE TANQUE BAJO, DE PORCELANA VITRIFICADA DE COLOR BLANCO, FORMADO POR TAZA CON SALIDA VERTICAL, TANQUE CON TAPA, JUEGO DE MECANISMOS, TORNILLOS DE FIJACION, ASIENTO Y TAPA Y LLAVE DE REGULACION, INSTALADO SEGUN NTE/IFF-30 E ISS-34, INCLUSO COLOCACION, SELLADO Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 9 | | | | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 9,00 | 114,57 | 1.031,13 |
| **08FSL00195** | **u LAVABO PARA ENCIMERA PORC.VITRIF. BLANCO** | | | | | | | | |
| | DE LAVABO PARA ENCIMERA, DE PORCELANA VITRIFICADA, DE COLOR BLANCO, DE 0.60X0.50M., REBOSADERO INTEGRAL Y ORIFICIOS INSINUADOS PARA GRIFERIA, INSTALADO SEGUN NTE/IFF-30, IFC-38 E ISS-22 O 23,INCLUSO COLOCACION, SELLADO Y AYUDA DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 66,85 | 802,20 |
| **08FSW00051** | **u PILETA LAVADERO PORC.VITRIF. 0.60X0.45M. BLANCO** | | | | | | | | |
| | DE PILETA LAVADERO DE PORCELANA VITRIFICADA, EN COLOR BLANCO, DE 0.60X0.45M., CON REBOSADERO INTEGRAL Y ORIFICIOS DE DESAGUE, INSTALADA SEGUN NTE/IFF-30, IFC-38 E ISS-22, INCLUSO COLOCACION, SELLADO Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 61,62 | 61,62 |
| **08FSW00072** | **u URINARIO MURAL PORC.VITRIF. BLANCO** | | | | | | | | |
| | DE URINARIO MURAL DE PORCELANA VITRIFICADA, COLOR BLANCO CON BORDE ROCIADOR INTEGRAL Y ALIMENTACION EXTERIOR, DE 0.35X0.30X0.43M., JUEGO DE TORNILLOS Y GANCHOS DE SUSPENSION, INSTALADO SEGUN NTE/IFF-31 E ISS-31, INCLUSO COLOCACION Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 20,98 | 20,98 |
| **08FSF00101** | **u FREGADERO 2 SENOS ACERO INOXIDABLE** | | | | | | | | |
| | DE FREGADERO DE DOS SENOS, EN ACERO INOXIDABLE CON ACABADO INTERIOR MATE, DE 1.00X0.50 m CON REBOSADERO INTEGRAL, ORIFICIOS INSINUADOS PARA GRIFERIA, INSTALADO SEGUN NTE/IFF-30, IFC-38 EISS-35, INCLUSO COLOCACION, SELLADO Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 105,86 | 105,86 |
| **08FSD00002** | **u PLATO DUCHA CHAPA DE ACERO ESMALTADA COLOR BLANCO** | | | | | | | | |
| | Plato de ducha para revestir, en chapa de acero especial esmaltada con porcelana vitrificada, en color blanco de 0,70x0,70 m construido según CTE, e instrucciones del fabricante, incluso colocación, sellado y ayudas de albañilería. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 8 | | | | 8,00 | | | |
| | | | | | | | 8,00 | 40,80 | 326,40 |
| **08FDP00102** | **u DESAGUE LAVABO UN SENO CON SIFON IND.CON PVC. 32MM** | | | | | | | | |
| | DE DESAGUE DE LAVABO DE UN SENO CON SIFON INDIVIDUAL FORMADO POR TUBO Y SIFON DE PVC. DE 32 mm. DE DIAMETRO INTERIOR, INSTALADO DESDE LA VALVULA HASTA EL MANGUETON O CANALIZACION DE DERIVACION,INCLUSO CONEXIONES, CONTRATUBO, UNIONES CON PIEZAS ESPECIALES, PEQUE¥O MATERIAL Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 19,65 | 235,80 |
| **08FDP00091** | **u DESAGUE DE INODORO VERTEDERO CON MANGUETON PVC. 83 MM** | | | | | | | | |
| | DE DESAGUE DE INODORO O VERTEDERO, FORMADO POR MANGUETON DE PVC. DE 83 mm. DE DIAMETRO INTERIOR,INCLUSO CONEXIONES, CONTRATUBO, UNIONES CON PIEZAS ESPECIALES, PEQUE¥O MATERIAL Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 9 | | | | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 9,00 | 27,87 | 250,83 |
| **08FDP00152** | **u DESAGUE URINARIO MURAL PARED CON SIFON IND.CON PVC.50MM** | | | | | | | | |
| | DE DESAGUE DE URINARIO MURAL O DE PARED CON SIFON INDIVIDUAL FORMADO POR TUBO Y SIFON DE PVC. DE 50mm. DE DIAMETRO INTERIOR, INSTALADO DESDE LA VALVULA HASTA EL MANGUETON O CANALIZACION DE DERIVACION, INCLUSO CONEXIONES, CONTRATUBO, UNIONES CON PIEZAS ESPECIALES, PEQUE¥O MATERIAL Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 22,29 | 22,29 |
| **08FDP00082** | **u DESAGUE FREGADERO DOS SENOS, CON SIFON IND.CON PVC.40MM** | | | | | | | | |
| | DE DESAGUE DE FREGADERO DE DOS SENOS, CON SIFON INDIVIDUAL, FORMADO POR TUBO Y SIFON DE PVC. DE 40mm. DE DIAMETRO INTERIOR, INSTALADO DESDE LA VALVULA HASTA EL MANGUETON O CANALIZACION DE DERIVACION, INCLUSO CONEXIONES, CONTRATUBO, UNIONES CON PIEZAS ESPECIALES, PEQUE¥O MATERIAL Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 19,19 | 19,19 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08FDP00121 | **u DESAGUE LAVADERO CON SIFON IND. CON PVC. 40 MM** | | | | | | | | |
| | DE DESAGUE DE LAVADERO CON SIFON INDIVIDUAL, FORMADO POR TUBO Y SIFON DE PVC. DE 40 mm. DE DIAMETRO INTERIOR, INSTALADO DESDE LA VALVULA HASTA EL MANGUETON O CANALIZACION DE DERIVACION, INCLUSO CONEXIONES, CONTRATUBO, UNIONES CON PIEZAS ESPECIALES, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 19,25 | 19,25 |
| 08FGF00005 | **u EQUIPO GRIFERIA FREGADERO MONOBLOC PRIMERA CALIDAD** | | | | | | | | |
| | DE EQUIPO DE GRIFERIA MONOBLOC PARA FREGADERO, DE LATON CROMADO DE PRIMERA CALIDAD, CON CRUCETAS CROMADAS, CA¥O SUPERIOR GIRATORIO CON AIREADOR, VALVULA DE DESAGUE, ENLACE TAPON Y CADENILLA,CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFC-38, IFF-30 E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 59,76 | 59,76 |
| 08FGL00009 | **u EQUIPO GRIFERIA LAVABO MONOMANDO PRIMERA CALIDAD** | | | | | | | | |
| | DE EQUIPO DE GRIFERIA MONOMANDO PARA LAVABO, DE LATON CROMADO DE PRIMERA CALIDAD, MEZCLADOR CON AIREADOR, DESAG_E AUTOMATICO, ENLACES DE ALIMENTACION FLEXIBLES, Y LLAVES DE REGULACION, CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFC E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 59,64 | 715,68 |
| 08FGW00003 | **u EQUIPO GRIFERIA PILETA-LAVADERO MONOBLOC PRIMERA CALIDAD** | | | | | | | | |
| | DE EQUIPO DE GRIFERIA MONOBLOC PARA PILETA LAVADERO DE LATON CROMADO DE PRIMERA CALIDAD, CON CRUCETAS CROMADAS Y VALVULA DE DESAGUE CON ENLACE Y TAPON; CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFC-38, IFF-30 E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 55,24 | 55,24 |
| 08FGN00003 | **u EQUIPO GRIFERIA BAÑO-DUCHA MONOMANDO 1ª CAL.** | | | | | | | | |
| | DE EQUIPO DE GRIFERIA MONOMANDO PARA BA¥O-DUCHA, DE LATON CROMADO DE PRIMERA CALIDAD, CON MEZCLADOR EXTERIOR CON INVERSOR, DUCHA-TELEFONO FLEXIBLE DE 1.70 m Y SOPORTE ARTICULADO, VALVULA DE DESAG_E, REBOSADERO, TAPON Y CADENILLA; CONSTRUIDO SEGUN NTE/IFC E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 8 | | | | 8,00 | | | |
| | | | | | | | 8,00 | 61,80 | 494,40 |
| 08FFC00007 | **m CANALIZACION COBRE,EMPOTRADA, 12 MM. DIAM** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION DE COBRE, EMPOTRADA, DE 12 mm. DE DIAMETRO NOMINAL Y 1 mm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P.DE UNIONES, PIEZAS ESPECIALES, GRAPAS, PEQUE¥O MATERIAL Y AYUDAS DE ALBA¥ILERIA; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFF-22. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 14,00 | | | 14,00 | | | |
| | | | | | | | 14,00 | 4,52 | 63,28 |
| **08FFC00004** | **m CANALIZACION COBRE,EMPOTRADA, 22 MM. DIAM** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION DE COBRE, EMPOTRADA, DE 22 mm. DE DIAMETRO NOMINAL Y 1 mm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE UNIONES, PIEZAS ESPECIALES, GRAPAS, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFF-22. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 55,00 | | | 55,00 | | | |
| | | | | | | | 55,00 | 5,91 | 325,05 |
| **08FVL00001** | **u LLAVE PASO DIAM.1/2"(10/15MM.)** | | | | | | | | |
| | DE LLAVE DE PASO CROMADA A JUEGO CON GRIFERIA, COLOCADA EN CANALIZACION DE 1/2" (10/15mm.) DE DIAMETRO, INCLUSO PEQUE¥O MATERIAL; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFC-23. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 64 | | | | 64,00 | | | |
| | | | | | | | 64,00 | 7,68 | 491,52 |
| **08FVL00004** | **u LLAVE PASO DIAM.1"(22/25MM.)** | | | | | | | | |
| | DE LLAVE DE PASO CROMADA A JUEGO CON GRIFERIA, COLOCADA EN CANALIZACION DE 1" (22/25mm.) DE DIAMETRO, INCLUSO PEQUEÑO MATERIAL; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFF-23. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 9 | | | | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 9,00 | 16,22 | 145,98 |
| **08FCC00051** | **m CANALIZACION COBRE CALORIFUGADA, EMPOTRADA 12 MM** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION DE COBRE CALORIFUGADA CON COQUILLA AISLANTE, EMPOTRADA DE 12 mm. DE DIAMETRO NOMINAL Y 1 mm. DE ESPESOR INCLUSO P.P. DE UNIONES, PIEZAS ESPECIALES, GRAPAS, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFC-19. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 14 | | | | 14,00 | | | |
| | | | | | | | 14,00 | 7,47 | 104,58 |
| **08FCC00053** | **m CANALIZACION COBRE CALORIFUGADA, EMPOTRADA 22 MM** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION DE COBRE CALORIFUGADA CON COQUILLA AISLANTE, EMPOTRADA, DE 22 mm. DE DIAMETRO NOMINAL Y 1 mm. DE ESPESOR INCLUSO P.P. DE UNIONES, PIEZAS ESPECIALES, GRAPAS, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; CONSTRUIDA SEGUN NTE/IFC-19. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 55,00 | | | 55,00 | | | |
| | | | | | | | 55,00 | 8,47 | 465,85 |

**TOTAL APARTADO C1.4.6 FONTANERÍA..... 7.663,36**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.4.7 SANEAMIENTO** | | | | | | | | |
| **04ECP00003N** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES.PVC DIAM.NOMINAL 40 MM** | | | | | | | | |
| | DE COLECTOR ENTERRADO DE TUBERIA PRESION DE PVC. 4 KG/CM2. DE 40 MM. DE DIAMETRO NOMINAL, COLOCADO SOBRE LECHO DE ARENA DE 10 CM. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, EXCAVACION EN TIERRAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO. MEDIDO ENTRE EJES DE ARQUETAS. | | | | | | | | |
| | | 1 | 30,00 | | | 30,00 | | | |
| | | | | | | | 30,00 | 24,64 | 739,20 |
| **04ECP00002N** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES.PVC DIAM.NOMINAL 75 MM** | | | | | | | | |
| | DE COLECTOR ENTERRADO DE TUBERIA PRESION DE PVC. 4 KG/CM2. DE 75 MM. DE DIAMETRO NOMINAL, COLOCADO SOBRE LECHO DE ARENA DE 10 CM. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, EXCAVACION EN TIERRAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO. MEDIDO ENTRE EJES DE ARQUETAS. | | | | | | | | |
| | | 1 | 20,00 | | | 20,00 | | | |
| | | | | | | | 20,00 | 24,55 | 491,00 |
| **04ECP00005N** | **m COLECTOR ENTERRADO,TUBERIA PRES.PVC. DIAM.NOMINAL 90MM** | | | | | | | | |
| | DE COLECTOR ENTERRADO DE TUBERIA PRESION DE PVC. 4 kg/cm2. DE 90 mm. DE DIAMETRO NOMINAL, COLOCADO SOBRE LECHO DE ARENA DE 10 cm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, EXCAVACION EN TIERRAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO. MEDIDO ENTRE EJES DE ARQUETAS. | | | | | | | | |
| | | 1 | 24,00 | | | 24,00 | | | |
| | | | | | | | 24,00 | 25,91 | 621,84 |
| **04ECP00004N** | **m COLECTOR ENTERRADO,TUBERIA PRES.PVC. DIAM.NOMINAL 110MM** | | | | | | | | |
| | DE COLECTOR ENTERRADO DE TUBERIA PRESION DE PVC. 4 kg/cm2. DE 110 mm. DE DIAMETRO NOMINAL, COLOCADO SOBRE LECHO DE ARENA DE 10 cm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, EXCAVACION EN TIERRAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO. MEDIDO ENTRE EJES DE ARQUETAS. | | | | | | | | |
| | | 1 | 25,00 | | | 25,00 | | | |
| | | | | | | | 25,00 | 27,22 | 680,50 |
| **04ECP00007** | **m COLECTOR ENTERRADO,TUBERIA PRES.PVC. DIAM.NOMINAL 160MM** | | | | | | | | |
| | DE COLECTOR ENTERRADO DE TUBERIA PRESION DE PVC. 4 kg/cm2. DE 160 mm. DE DIAMETRO NOMINAL, COLOCADO SOBRE LECHO DE ARENA DE 10 cm. DE ESPESOR, INCLUSO P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, EXCAVACION EN TIERRAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO. MEDIDO ENTRE EJES DE ARQUETAS. | | | | | | | | |
| | | 1 | 6,00 | | | 6,00 | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 36,51 | 219,06 |
| **04ECP00009** | **m COLECTOR ENTERRADO, TUBERIA PRES. PVC DIÁM. NOMINAL 250 mm** | | | | | | | | |
| | Colector enterrado de tubería presión de PVC 4 kg/cm2, de 250 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, incluso p.p. de piezas especiales, excavación en tierras y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construido según CTE DB HS-5. Medido entre ejes de arquetas. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 22,00 | | | 22,00 | | | |
| | | | | | | | 22,00 | 45,61 | 1.003,42 |
| **04EEE00102** | **u SUMIDERO SIFONICO PVC. SALIDA DE DIAM. 110 MM** | | | | | | | | |
| | DE SUMIDERO SIFONICO DE PVC. CON SALIDA DE 110 mm. DE DIAMETRO, CON REJILLA PLANA DE PVC., INCLUSO PEQUEÑO MATERIAL DE RECIBIDO Y COLOCACION. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 11 | | | | 11,00 | | | |
| | | | | | | | 11,00 | 39,52 | 434,72 |
| **04EAP00001N** | **u ARQUETA DE PASO DE 38X25 CM. 1.0** | | | | | | | | |
| | DE ARQUETA DE PASO DE 38X25 cm. Y 1.00 m DE PROFUNDIDAD MEDIA, FORMADA POR SOLERA DE HORMIGON HM-20 DE 15 cm. DE ESPESOR CON FORMACION DE PENDIENTES; FABRICA DE LADRILLO PERFORADO POR TABLA DE 1/2 PIE, ENFOSCADA Y BRUÑIDA POR EL INTERIOR, TAPA DE HORMIGON ARMADO, CON CERCO DE PERFIL LAMINADO L 50:5 Y CONEXION DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA, INCLUSO EXCAVACION EN TIERRAS, RELLENO Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO; CONSTRUIDO SEGUN NTE/ISS-51. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 124,41 | 497,64 |
| **04EAP00002** | **u ARQUETA DE PASO DE 63X63 CM. 1.00 M PROF. EXC. EN TIERRAS** | | | | | | | | |
| | DE ARQUETA DE PASO DE 63X63 cm. Y 1.00 m DE PROFUNDIDAD MEDIA, FORMADA POR SOLERA DE HORMIGON HM-20 DE 15 cm. DE ESPESOR CON FORMACION DE PENDIENTES; FABRICA DE LADRILLO PERFORADO POR TABLA DE 1/2 PIE, ENFOSCADA Y BRUÑIDA POR EL INTERIOR; TAPA DE HORMIGON ARMADO CON CERCO DE PERFIL LAMINADO L50:5 Y CONEXION DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA, INCLUSO EXCAVACION EN TIERRAS, RELLENO Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO; CONSTRUIDO SEGUN NTE/ISS-51. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 227,39 | 454,78 |
| **04EAS00001N** | **u ARQUETA SIFONICA DE 75X75 CM. EX** | | | | | | | | |
| | DE ARQUETA SIFONICA DE 75X75 cm. Y 1.00 m DE PROFUNDIDAD, FORMADA POR SOLERA DE HORMIGON HM-20 DE 15 cm. DE ESPESOR; FABRICA DE LADRILLO PERFORADO POR TABLA DE 1/2 PIE, ENFOSCADA Y BRUÑIDA POR EL INTERIOR; FORMACION DE SIFON CON TAPA INTERIOR Y CADENILLA, TAPA DE FUNDICION Y CONEXION DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA, INCLUSO EXCAVACION EN TIERRAS, RELLENO Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO; CONSTRUIDA SEGUN NTE/ISS-52. MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 281,61 | 281,61 |

**TOTAL APARTADO C1.4.7 SANEAMIENTO ..... 5.423,77**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## APARTADO C1.4.8 CLIMATIZACIÓN / CALEFACCIÓN

**E12CLEBH030 ud B.C.AIR-AGU.42100Wf/46500Wc.VEN.**

Bomba de calor de aire-agua con ventiladores axiales, de potencia frigorífica 42.100 Wf. y potencia calorífica 46.500 Wc., formada por compresores herméticos, calentador de cárter, intercambiador, protección antihielo, válvula de expansión termostática, presostatos de alta y baja, carga completa de R-22, conexionados, instalada, puesta en marcha y funcionando. Según R.I.T.E.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 13.741,37 | 13.741,37 |

**08CAF00117N2 u FAN-COIL MURAL 1 kW**

EVAPORADORA DE TIPO VERTICAL PARA COLOCACIÓN SOBRE PARED, PARA EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE CON BOMBA DE CALOR CON INVERSION DEL CICLO, SISTEMA PARTIDO, CON BATERIA Y VENTILADOR DIMENSIONADOS PARA UNA CAPACIDAD FRIGORIFICA DE 1000 W EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO, SEGUN IT.IC.11; MUEBLE CHAPA GALV.PINTADA AL HORNO, CON AISLAMIENTO TERMO-ACUSTICO, CONTENIENDO: BATERIA DE TUBOS DE CU Y ALETAS DE AL; VENTILADOR CENTRIFUGO, FILTRO DE AIRE; REGLETA DE CONEXIONES ELECTRICAS, SIFON DE CU PARA DESAGUE, INST. SEGUN IT.IC. Y MI.IF. ANCLADA A PARED RESISTENTE MEDIANTE ANCLAJES DE ACERO GALVANIZADO, INCLUSO AYUDAS DE ALBAÑILERIA, CABLEADO, CONEXIONES ELECTRICAS E HIDRAULICAS, ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS Y MATERIAL AUXILIAR. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y PROBADA.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Despachos | | 5 | | | | 5,00 | | | |
| Jefe turno | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 956,00 | 5.736,00 |

**08CAF00117N1 u FAN-COIL HORIZONTAL 10 kW**

EVAPORADORA PARA COLOCACIÓN EN TECHO, TIPO CASSETTE, PARA EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE CON BOMBA DE CALOR CON INVERSION DEL CICLO, SISTEMA PARTIDO, HORIZONTAL, CON BATERIA Y VENTILADOR DIMENSIONADOS PARA UNA CAPACIDAD FRIGORIFICA DE 10 kW EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO, SEGUN IT.IC.11; MUEBLE CHAPA GALV.PINTADA AL HORNO, CON AISLAMIENTO TERMO-ACUSTICO, CONTENIENDO:BATERIA DE TUBOS DE CU Y ALETAS DE AL; VENTILADOR CENTRIFUGO, FILTRO DE AIRE; REGLETA DE CONEXIONES ELECTRICAS,,SIFON DE CU PARA DESAGUE, INST. SEGUN IT.IC. Y MI.IF. SUSPENDIDA DEL FORJADO MEDIANTE ANCLAJES DE ACERO GALVANIZADO, INCLUSO AYUDAS DE ALBAÑILERIA, CABLEADO, CONEXIONES ELECTRICAS E HIDRAULICAS, ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS Y MATERIAL AUXILIAR. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y PROBADA.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Comedor | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| Salon oficina | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 2.458,49 | 4.916,98 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **08CAF00117N5** | **u FAN-COIL MURAL 2 kW** | | | | | | | | |
| | EVAPORADORA DE TIPO VERTICAL PARA COLOCACIÓN SOBRE PARED, PARA EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE CON BOMBA DE CALOR CON INVERSION DEL CICLO, SISTEMA PARTIDO, CON BATERIA Y VENTILADOR DIMENSIONADOS PARA UNA CAPACIDAD FRIGORIFICA DE 2 kW EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO, SEGUN IT.IC.11; MUEBLE CHAPA GALV.PINTADA AL HORNO, CON AISLAMIENTO TERMO-ACUSTICO, CONTENIENDO: BATERIA DE TUBOS DE CU Y ALETAS DE AL; VENTILADOR CENTRIFUGO, FILTRO DE AIRE; REGLETA DE CONEXIONES ELECTRICAS, SIFON DE CU PARA DESAGUE, INST. SEGUN IT.IC. Y MI.IF. ANCLADA A PARED RESISTENTE MEDIANTE ANCLAJES DE ACERO GALVANIZADO, INCLUSO AYUDAS DE ALBAÑILERIA, CABLEADO, CONEXIONES ELECTRICAS E HIDRAULICAS, ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS Y MATERIAL AUXILIAR. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y PROBADA. | | | | | | | | |
| | Despacho 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Sala reuniones | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Recepción | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 1.298,06 | 3.894,18 |
| **08FCC00065** | **m CANALIZACIÓN COBRE CALORIFUGADA 12 mm DIÁM. FUNDA PVC** | | | | | | | | |
| | Canalización calorifugada, empotrada, realizada con tubo de cobre de 12 mm de diám. exterior y 1 mm de espesor con funda de resina polivinílica plastificada (PVC), incluso p.p. de uniones, piezas especiales, grapas, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE y RITE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 110,00 | | | 110,00 | | | |
| | | | | | | | 110,00 | 10,94 | 1.203,40 |
| **08FCC00068** | **m CANALIZACIÓN COBRE CALORIFUGADA 18 mm DIÁM. FUNDA PVC** | | | | | | | | |
| | Canalización calorifugada, empotrada, realizada con tubo de cobre de 18 mm de diám. exterior y 1 mm de espesor con funda de resina polivinílica plastificada (PVC), incluso p.p. de uniones, piezas especiales, grapas, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE y RITE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 16,46 | 823,00 |

**TOTAL APARTADO C1.4.8 CLIMATIZACIÓN /..... 30.314,93**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.4.9 CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA** | | | | | | | | |
| **11MPP00021** | **m2 PUERTA BLINDADA PARA PINTAR** | | | | | | | | |
| | DE PUERTA BLINDADA PARA PINTAR, FORMADA POR PRECERCO EN CHAPA DE ACERO DE 1.5 mm. CON GARRAS DE FIJACION, ACERO DE 90X50 mm. Y TAPAJUNTAS DE 70X20 mm. EN MADERA DE PINO FLANDES; HOJA DE 50 mm. EN CHAPA DE ACERO DE 1.5 mm. CON NERVADURA INTERIOR, MATERIAL ANTITALADRO REVESTIDA EN OKUME Y CANTEADA POR DOS CANTOS; INCLUSO P.P. DE COLGADO, CERRADURA DE SEGURIDAD ENCASTRADA EN LA HOJA CON 5 ANCLAJES MOVILES Y PICAPORTE; CUATRO ANCLAJES FIJOS, HERRAJES DE COLGAR, RETENEDOR DE SEGURIDAD, MANIVELA Y MIRILLA PANORAMICA EN LATON DE PRIMERA CALIDAD. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL PRECERCO. | | | | | | | | |
| | Exteriores | 5 | 0,90 | 2,00 | 9,00 | | | | |
| | | 3 | 1,90 | 2,20 | 12,54 | | | | |
| | | | | | | | 21,54 | 235,76 | 5.078,27 |
| **11MPP00152** | **m2 PUERTA PASO,PINTAR,1H.CIEGA ABAT. CERCO 100X40 MM** | | | | | | | | |
| | DE PUERTA DE PASO PARA PINTAR, CON UNA HOJA CIEGA ABATIBLE, FORMADA POR: PRECERCO DE 100X30 mm. CON GARRAS DE FIJACION; CERCO DE 100X40 mm. Y TAPAJUNTAS DE 60X15 mm., EN MADERA DE PINO FLANDES; HOJA PREFABRICADA NORMALIZADA DE 35 mm. CHAPADA EN OKUME Y CANTEADA POR DOS CANTOS; HERRAJES DE COLGAR,SEGURIDAD Y CIERRE CON POMO O MANIVELA, EN LATON DE PRIMERA CALIDAD, INCLUSO COLGADO. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL PRECERCO. | | | | | | | | |
| | | 3 | 0,90 | 2,20 | 5,94 | | | | |
| | | | | | | | 5,94 | 75,55 | 448,77 |
| **11MPP00172** | **m2 PUERTA PASO,PINTAR,2H.CIEGAS ABAT. CERCO 100X40 MM** | | | | | | | | |
| | DE PUERTA DE PASO PARA PINTAR, CON DOS HOJAS CIEGAS ABATIBLES, FORMADA POR: PRECERCO DE 100X30 mm CON GARRAS DE FIJACION, CERCO DE 100X40 mm. Y TAPAJUNTAS DE 60X15 mm., EN MADERA DE PINO FLANDES;HOJAS PREFABRICADAS NORMALIZADAS DE 35 mm. CHAPADAS EN OKUME Y CANTEADAS POR DOS CANTOS; PASADORES EMBUTIDOS EN EL CANTO DE LA HOJA, HERRAJES DE COLGAR, SEGURIDAD Y CIERRE CON POMO O MANIVELA, EN LATON DE PRIMERA CALIDAD, INCLUSO COLGADO. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL PRECERCO. | | | | | | | | |
| | | 1 | 1,90 | 2,20 | 4,18 | | | | |
| | | | | | | | 4,18 | 64,95 | 271,49 |
| **11APA00176** | **m2 PUERTA ABATIBLE AC. CONFORMADO, CHAPA GALV. Y REJILLA** | | | | | | | | |
| | DE PUERTA METALICA DE HOJAS ABATIBLES CON PERFILES CONFORMADOS EN FRIO Y EMPANELADO DE ACERO GALVANIZADO, DE ESPESOR MINIMO 0.8 mm. Y REJILLA DE LAMAS, INCLUSO PATILLAS DE FIJACION, HERRAJES DE COLGAR, CIERRE Y SEGURIDAD Y P.P. DE SELLADO DE JUNTAS CON MASILLA ELASTICA.MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL CERCO. | | | | | | | | |
| | Calidad | 1 | 1,90 | 2,20 | 4,18 | | | | |
| | | | | | | | 4,18 | 90,01 | 376,24 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **11LVF00152** | **m2 VENTANA FIJA ALUM. LACADO TIPO III (1,50-3 m2)** | | | | | | | | |
| | Ventana fija ejecutada con perfiles de aleación de aluminio con espesor de 1,5 mm y capa de lacado en color según normas GSB, espesor mínimo 60 micras, tipo III (1,50-3 m2), incluso precerco de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado con patillas de fijación, junquillos, junta de estanqueidad de neopreno y p.p. de sellado de juntas con masilla elástica. La carpintería debe cumplir los parámetros de permeabilidad, estanqueidad y resistencia al viento en las zonas A o B; construida según CTE. Medida de fuera a fuera del cerco. | | | | | | | | |
| | Cerramiento (m2) | 8 | 2,30 | | | 18,40 | | | |
| | Oficina | 1 | 9,00 | | | 9,00 | | | |
| | | | | | | | 27,40 | 58,98 | 1.616,05 |
| **11LVA00150** | **m2 VENTANA ABATIBLE AL. LACADO (T. I)** | | | | | | | | |
| | DE VENTANA DE HOJAS ABATIBLES, EJECUTADA CON PERFILES DE ALEACION DE ALUMINIO CON ESPESOR DE 1.8mm. Y CAPA DE ANODIZADO DE 20 MICRAS, LACADO EN COLOR SEGUN NORMAS GSB, ESPESOR MINIMO 60 MICRAS, TIPO I (< =0.50m2.), INCLUSO PRECERCO DE PERFIL TUBULAR CONFORMADO EN FRIO DE ACERO GALVANIZADO CON PATILLAS DE FIJACION, JUNQUILLOS, JUNTA DE ESTANQUIDAD DE NEOPRENO, VIERTEAGUAS,HERRAJES DE COLGAR Y CIERRE Y P.P. DE SELLADO DE JUNTAS CON MASILLA ELASTICA. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL CERCO. | | | | | | | | |
| | Aseos oficina | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 210,09 | 420,18 |
| **11LVC00151** | **m2 VENTANA CORREDERA AL. LACADO (T. II)** | | | | | | | | |
| | DE VENTANA DE HOJAS CORREDERAS, EJECUTADA CON PERFILES DE ALEACION DE ALUMINIO CON ESPESOR DE 1.8mm. Y CAPA DE ANODIZADO DE 20 MICRAS;LACADO EN COLOR SEGUN NORMAS GSB, ESPESOR MINIMO 60 MICRAS, TIPO II (0.50/1.50m2.), INCLUSO PRECERCO DE PERFIL TUBULAR CONFORMADO EN FRIO DE ACERO GALVANIZADO CON PATILLAS DE FIJACION, JUNQUILLOS, JUNTA DE ESTANQUIDAD DE NEOPRENO, HERRAJES DE DESLIZAMIENTO, CIERRE Y SEGURIDAD Y P.P. DE SELLADO DE JUNTAS CON MASILLA ELASTICA. MEDIDA DE FUERA A FUERA DEL CERCO. | | | | | | | | |
| | | 10 | 1,50 | | | 15,00 | | | |
| | | | | | | | 15,00 | 94,84 | 1.422,60 |
| **11SPP00001** | **m2 PERSIANA ENROLLABLE PVC. LAMAS 1.0MM. ACC.MANUAL** | | | | | | | | |
| | DE PERSIANA ENROLLABLE DE PVC., CON LAMAS DE 1 mm. DE ESPESOR MINIMO, INCLUSO GUIAS, SISTEMA DE ACCIONAMIENTO MANUAL ELEMENTOS DE FIJACION, MATERIAL DE AGARRE Y COLOCACION; CONSTRUIDA SEGUN NTE/FDP-8. MEDIDA SEGUN LA SUPERFICIE DEL HUECO. | | | | | | | | |
| | | 10 | 1,50 | | | 15,00 | | | |
| | | | | | | | 15,00 | 37,96 | 569,40 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11SRM00001N | **m2 REJA AC.CAL. BAST. PLETINA Y BARROTES** | | | | | | | | |
| | REJA DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE, FORMADA POR: BASTIDOR DE PLETINAS DE 45x5 mm, EMBARROTADO DE CUADRADILLO DE 15 mm, Y DOBLE PLETINA ABRAZADERA HORIZONTAL DE 30X5 mm; INCLUSO P.P. DE MATERIAL DE AGARRE Y COLOCACION. MEDIDA DE FUERA A FUERA. | | | | | | | | |
| | | 10 | 1,50 | | | 15,00 | | | |
| | | | | | | | 15,00 | 57,68 | 865,20 |
| 12LCS00032N | **m2 ACRIST. LUNA PULIDA TRASLUC.,6 MM.,COLOCADA PERFIL CONT** | | | | | | | | |
| | DE ACRISTALAMIENTO CON LUNA PULIDA FLOTADA TRASLUCIDA DE 5 mm. DE ESPESOR, COLOCADA CON PERFIL CONTINUO; INCLUSO PERFIL EN U DE NEOPRENO, CORTES, Y COLOCACION DE JUNQUILLOS; CONSTRUIDO SEGUN NTE/FVP-9 E INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE. MEDIDA LA SUPERFICIE ACRISTALADA EN MULTIPLOS DE 30 mm. | | | | | | | | |
| | | 1 | 39,40 | | | 39,40 | | | |
| | | | | | | | 39,40 | 37,90 | 1.493,26 |
| 12WSS00030 | **m2 ESPEJO LUNA PULIDA PLATEADA INCOLORA 5 MM.,SOBRE RASTREL** | | | | | | | | |
| | DE ESPEJO DE LUNA PULIDA PLATEADA INCOLORA DE 5 mm. DE ESPESOR, COLOCADO SOBRE RASTRELES DE MADERA DE PINO FLANDES RECIBIDOS AL PARAMENTO CON MORTERO DE CEMENTO (1:6), FORMADO CAMARA DE AIRE DE 2cm., INCLUSO CORTES, ADHESIVO DE CONTACTO Y P.P. DE RASTRELES DE MADERA DE PINO FLANDES. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Aseos | 10 | | 0,80 | 1,00 | 8,00 | | | |
| | | | | | | | 8,00 | 56,58 | 452,64 |
| | | | | | | | **TOTAL APARTADO C1.4.9 CARPINTERÍA Y.....** | | **13.014,10** |
| | **APARTADO C1.4.10 PINTURAS** | | | | | | | | |
| 13EEE00006 | **m2 PINTURA ESMALTE SINTETICO S/CERRAJERIA METALICA** | | | | | | | | |
| | DE PINTURA AL ESMALTE SINTETICO SOBRE CERRAJERIA METALICA, FORMADA POR: RASCADO Y LIMPIEZA DE OXIDOS, IMPRIMACION ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE COLOR; SEGUN NTE/RPP-35. MEDIDAS TRES CARAS. | | | | | | | | |
| | Puertas | 2 | 26,00 | | | 52,00 | | | |
| | Rejas | 2 | 15,00 | | | 30,00 | | | |
| | | | | | | | 82,00 | 5,14 | 421,48 |
| 13IEE00004N | **m2 PINTURA ESMALTE SINTETICO SOBRE CARPINTERIA DE MADERA** | | | | | | | | |
| | DE PINTURA AL ESMALTE SINTETICO SOBRE CARPINTERIA DE MADERA, FORMADA POR: LIMPIEZA DEL SOPORTE, SELLADO DE NUDOS, IMPRIMACION, PLASTECIDO, LIJADO, MANO DE FONDO Y MANO DE ACABADO EN COLOR; SEGUN NTE/RPP-34. MEDIDAS DOS CARAS, DE FUERA A FUERA DEL TAPAJUNTAS. | | | | | | | | |
| | Puertas | 2 | 11,00 | | | 22,00 | | | |
| | | | | | | | 22,00 | 8,95 | 196,90 |
| | | | | | | | **TOTAL APARTADO C1.4.10 PINTURAS.....** | | **618,38** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **APARTADO C1.4.11 REVESTIMIENTOS** | | | | | | | | |
| **10CEE00006** | **m2 ENFOSCADO MAESTREADO FRATASADO Y RAYADO PARA ALICATADO** | | | | | | | | |
| | DE ENFOSCADO MAESTREADO, FRATASADO Y RAYADO EN PARAMENTOS VERTICALES, PREPARADO PARA RECIBIR ALICATADO CON ADHESIVO, CON MORTERO M-4 (1:6); CONSTRUIDO SEGUN NTE/RPE-7. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Aseos y comedor | 1 | 90,00 | | 3,25 | 292,50 | | | |
| | | | | | | | 292,50 | 12,16 | 3.556,80 |
| **10AAL00003N** | **m2 ALICATADO AZULEJO BLANCO MATE 20x20 cm** | | | | | | | | |
| | ALICATADO CON AZULEJO BLANCO MATE DE 20x20 cm. RECIBIDO CON ADHESIVO DE CEMENTO SOBRE ENFOSCADO MAESTREADO Y RALLADO; INCLUSO CORTES, P.P. DE PIEZAS ROMAS O INGLETES, REJUNTADO Y LIMPIEZA; CONSTRUIDO SEGUN NTE/RPA-4. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Aseos y comedor | 1 | 90,00 | | 3,25 | 292,50 | | | |
| | | | | | | | 292,50 | 13,34 | 3.901,95 |
| **10SCS00022** | **m2 SOLADO BALDOSAS GRES COMPACTO 40X40 CM** | | | | | | | | |
| | DE SOLADO CON BALDOSAS DE GRES COMPACTO DE 40X40 cm. RECIBIDAS CON MORTERO M-4 (1:6), INCLUSO NIVELADO CON CAPA DE ARENA DE 2 cm. DE ESPESOR MEDIO, ENLECHADO Y LIMPIEZA DEL PAVIMENTO; CONSTRUIDO SEGUN NTE/RSR-2. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | 119,00 | | | 119,00 | | | |
| | Recepción | 1 | 135,00 | | | 135,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 280,00 | | | 280,00 | | | |
| | | | | | | | 534,00 | 58,30 | 31.132,20 |
| **10SCS00007N** | **m2 PAVIMENTO BALDOSAS GRES ANTIDESLIZANTE 20x20 cm** | | | | | | | | |
| | PAVIMENTO CON BALDOSAS DE GRES ANTIDESLIZANTE PARA ZONAS HUMEDAS, DE 20X20 cm. RECIBIDAS CON MORTERO M-4 (1:6), INCLUSO NIVELADO CON CAPA DE ARENA DE 2 cm. DE ESPESOR MEDIO, ENLECHADO Y LIMPIEZA DEL PAVIMENTO, COLOR A ELEGIR. MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Aseos | 1 | 153,00 | | | 153,00 | | | |
| | | | | | | | 153,00 | 48,72 | 7.454,16 |
| **10SCR00003N** | **m RODAPIE GRES PORCELANICO** | | | | | | | | |
| | RODAPIE DE BALDOSAS DE GRES PORCELANICO DE 10X20 cm. RECIBIDAS CON MORTERO M-4 (1:6), INCLUSO REPASO DEL PAVIMENTO, ENLECHADO Y LIMPIEZA, COLOR A ELEGIR; CONSTRUIDO SEGUN NTE/RSR-24. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | 68,00 | | | 68,00 | | | |
| | Recepción | 1 | 48,00 | | | 48,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 68,00 | | | 68,00 | | | |
| | | | | | | | 184,00 | 3,75 | 690,00 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10TWW00012N | m2 TECHO REGISTRABLE CON PANELES DE | | | | | | | | |
| | TECHO REGISTRABLE CON PANELES DE CARTON-YESO Y-25 DE 10 mm. DE ESPESOR ACABADO EN VINILO DECORATIVO CON UNA MODULACION DE 60x60 cm. SOBRE ESTRUCTURA SEMIOCULTA DE ACERO GALVANIZADO LACADO; INCLUSO REPLANTEO Y NIVELACION; CONSTRUIDO SEGUN NTE/PTP Y ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE DE LOS PANELES. MEDIDO A CINTA CORRIDA. | | | | | | | | |
| | Comedor | 1 | 119,00 | | | 119,00 | | | |
| | Recepción | 1 | 135,00 | | | 135,00 | | | |
| | Oficina | 1 | 280,00 | | | 280,00 | | | |
| | Aseos | 1 | 153,00 | | | 153,00 | | | |
| | | | | | | | 687,00 | 15,22 | 10.456,14 |
| 10WAC00002 | m ALFEIZAR B.CERAMICAS VIDR. CON GOTERON 14X28CM. A TIZON | | | | | | | | |
| | DE ALFEIZAR CON BALDOSAS CERAMICAS VIDRIADAS CON GOTERON DE 14X28 cm. COLOCADAS A TIZON, RECIBIDAS CON MORTERO BASTARDO M-4 (1:1:7) INCLUSO ENLECHADO Y LIMPIEZA. MEDIDO SEGUN LA ANCHURA LIBRE DEL HUECO. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 21,95 | 1.097,50 |
| 10WWW00001 | m2 ENCIMERA Y FRENTE MARMOL BLANCO MACAEL PARA LAVABOS | | | | | | | | |
| | DE ENCIMERA Y FRENTE PARA ENCASTRE DE LAVABOS, DE MARMOL BLANCO MACAEL DE 3 cm. DE ESPESOR,PULIDO, INCLUSO FORMACION DE HUECOS Y COLOCACION SOBRE PLACA DE APOYO, TOMADO CON MORTERO M-4(1:6). MEDIDA LA SUPERFICIE EJECUTADA, DESARROLLANDO EL FRENTE Y SIN DEDUCIR HUECOS. | | | | | | | | |
| | | 2 | 2,50 | | | 5,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 128,08 | 640,40 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.11 REVESTIMIENTOS.....** | | | | | | | | **58.929,15** |
| | **APARTADO C1.4.12 CUBIERTA Y FORJADOS** | | | | | | | | |
| 06WFF00011N | m2 FORM.PENDIENTE 0.75M. ALT.MEDIA, | | | | | | | | |
| | FORMACION DE PENDIENTE DE 0'75 m DE ALTURA MEDIA FORMADA POR: TABICONES ALIGERADOS SEPARADOS 100 cm, DE LADRILLO HUECO DOBLE DE 7 cm Y TABLERO DE RASILLONES CERAMICOS RECIBIDOS CON MORTERO M-4 (1:6) CON PLASTIFICANTES, DEJANDO EN EL TABLERO UN HUECO DE 20 cm CADA 3 HILADAS DE RASILLON; INCLUSO P.P. DE LIMAS CONSTRUIDAS CON CITARA ALIGERADA DE LADRILLO GAFA RECIBIDOS CON MORTERO M-4 (1:6). MEDIDA EN PROYECCION HORIZONTAL DE FUERA A FUERA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 636,00 | | | 636,00 | | | |
| | | | | | | | 636,00 | 34,89 | 22.190,04 |
| | **TOTAL APARTADO C1.4.12 CUBIERTA Y FORJADOS...** | | | | | | | | **22.190,04** |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C1.4 OFICINAS.....** | | | | | | | | **285.256,47** |
| | **TOTAL CAPÍTULO C1 OBRA CIVIL.....** | | | | | | | | **1.542.363,28** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C2 INSTALACIONES** | | | | | | | | |
| | **SUBCAPÍTULO C2.1 AIRE COMPRIMIDO** | | | | | | | | |
| **UIS0102** | **u CENTRAL DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO 184 LITROS/S.** | | | | | | | | |
| | CENTRAL DE SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO SECO EN EDIFICIO INDUSTRIAL CON 8 BAR DE PRESIÓN MÍNIMA EN PUNTOS DE CONSUMO, COMPRENDIENDO DOS COMPRESORES DE 1.100 LITROS/MIN, UNO DE ELLOS DE CAPACIDAD VARIABLE, DEPÓSITO ACUMULADOR DE 15 M3, PUNTO DE CONEXIÓN A RED DE PLANTA, CAJAS DE CONEXIÓN, FILTROS, VÁLVULAS DE CONTROL, ELEMENTOS DE MEDIDA, CONDUCTOS EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE REFRIGERACIÓN DE AIRE Y OTROS EQUIPOS AUXILIARES. INCLUSO MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 17.320,07 | 17.320,07 |
| **UIS0103** | **u DEPÓSITO ACUMULADOR AIRE COMPRIMIDO 3250 L PN 16.** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE DESPÓSITO ACUMULADOR DE AIRE COMPRIMIDO DE 1000 L Y PN 16 CONTRUIDO EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO LACADO EXTERIOR, SEGÚN RD 2060/2008, HOMOLOGADO M.I., PUNTO DE CONEXIÓN A RED DE PLANTA CON ANTIVIBRADORES, MANÓMETRO, VÁLVULAS DE CONTROL, DE SEGURIDAD Y PURGADOR. INCLUSO MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 21.000,00 | 21.000,00 |
| **UIS0104** | **u SEPARADOR AGUA-ACEITE PARA PURGAS AIRE COMPRIMIDO** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE SEPARADOR DE AGUA-ACEITE TIPO LAMELAR PROVENIENTE DE LAS PURGAS DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO, CONSTRUIDO EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO LACADO EXTERIOR, PUNTO DE CONEXIÓN A RED DE SANEAMIENTO Y PURGA DE ACEITE, SISTEMA DE AVISO DE LLENADO. INCLUSO MOMTAJE, CONEXIONADO Y PUESTA EN MARCHA. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.200,00 | 1.200,00 |
| **08PIC00013** | **m TUBERÍA DE ALUMINIO LACADO AZUL 2 1/2"** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION, EN MONTAJE SUPERFICIAL, REALIZADA CON TUBERIA DE ALUINIO LACADO AZUL PARA AIRE COMPRIMIDO DE 2 " DE DIÁMETRO NOMINAL, UNIÓN MEDIANTE RACORES RÁPIDOS DE CIERRE ROSCADO, P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, PASAMUROS Y ELEMENTOS DE SUJECCION, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 165,00 | | | 165,00 | | | |
| | | | | | | | 165,00 | 10,16 | 1.676,40 |
| **08PIC00014** | **m TUBERÍA DE ALUMINIO LACADO AZUL 1"** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION, EN MONTAJE SUPERFICIAL, REALIZADA CON TUBERIA DE ALUINIO LACADO AZUL PARA AIRE COMPRIMIDO DE 1 " DE DIÁMETRO NOMINAL, UNIÓN MEDIANTE RACORES RÁPIDOS DE CIERRE ROSCADOS, P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, PASAMUROS Y ELEMENTOS DE SUJECCION, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 20,00 | | | 40,00 | | | |
| | | | | | | | 40,00 | 8,35 | 334,00 |
| **08PIC00015** | **m TUBERÍA DE ALUMINIO LACADO AZUL 3/4"** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACION, EN MONTAJE SUPERFICIAL, REALIZADA CON TUBERIA DE ALUMINIO LACADO AZUL PARA AIRE COMPRIMIDO DE 1/2 " DE DIÁMETRO NOMINAL, UNIÓN MEDIANTE RACORES RÁPIDOS DE CIERRE ROSCADO, P.P. DE PIEZAS ESPECIALES, PASAMUROS Y ELEMENTOS DE SUJECCION, PEQUEÑO MATERIAL Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA; MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 11 | 8,00 | | | 88,00 | | | |
| | | | | | | | 88,00 | 6,90 | 607,20 |
| **08LCC0506** | **u VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO 2 1/2" PN16** | | | | | | | | |
| | VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO DE 2 ", CONSTRUIDA EN LATÓN O ACERO INOXIDABLE, INCLUSO UNIÓN POR RACOR RÁPIDO ROSCADO Y MONTAJE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 15,87 | 31,74 |
| **08LCC0507** | **u VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO 1" PN16** | | | | | | | | |
| | VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO DE 1 ", CONSTRUIDA EN LATÓN O ACERO INOXIDABLE, INCLUSO UNIÓN MEDIANTE RACOR RÁPIDO ROSCADOS Y MONTAJE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 12,52 | 25,04 |
| **08LCC0508** | **u VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO 3/4" PN16** | | | | | | | | |
| | VÁLVULA DE CIERRE PARA AIRE COMPRIMIDO DE 1/2 ", CONSTRUIDA EN LATÓN O ACERO INOXIDABLE, INCLUSO UNION POR RACOR RÁPIDO ROSCADO Y MONTAJE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 18 | | | | 18,00 | | | |
| | | | | | | | 18,00 | 10,57 | 190,26 |
| **08LCC0509** | **u VÁLVULA DE ESFERA PARA PURGA 3/4" PN16** | | | | | | | | |
| | VÁLVULA DE ESFERA PARA PURGA DE AGUA DE 1/2 " INCLUSO CONEXIÓN POR RACOR RÁPIDO ROSCADO, CONSTRUIDA EN LATÓN O ACERO INOXIDABLE, INCLSO MONTAJE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 11 | | | | 11,00 | | | |
| | | | | | | | 11,00 | 13,87 | 152,57 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO C2.1 AIRE COMPRIMIDO..... 42.537,28**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO C2.2 AGUA REFRIGERACIÓN

**PLE001** **Ud PLANTA ENFRIADORA AGUA PF 516.9 KW**

SUMINISTRO Y MONTAJE DE PLANTA ENFRIADORA DE AGUA POR CONDENSACIÓN DE AIRE CON UNA POTENCIA FRIGORIFICA DE 290 KW, COMPRESOR DE 4 ETAPAS Y 2 CIRCUITOS, TEMPERATURA TRABAJO -12+7 ºC. INCLUYENDO JUEGO DE VÁLVULAS DE CIERRE, DEPÓSITO DE EXPANSIÓN CERRADO DE 80 L CON MEMBRANA TIMBRADO MI, AERO REFRIGERADOR DE AGUA-AIRE DE 334 KW DE POTENCIA FRIGORIFICA Y CAUDAL 39600 M3/h. CONEXIÓN A RED MEDIANTE MANGUITOS ANTIVIBRADORES. INCLUSO CONEXIONADO ELÉCTRICO Y MECÁNICO, MEDIDA LA UNIDAD FUNCIONANDO.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | | 1,00 | 115.466,19 | 115.466,19 |

**08MBE00115** **u GRUPO IMPULSOR 30. L/S 6 BARES AGUA REFRIGERACIÓN**

Grupo impulsor formado por electrobomba horizontal de acero inoxidable para 12000 l/h de caudal y 60 m.c.a. de presión total, colocado en carga a un tanque de expansión de 1250 l, de acero inoxidable calorifugado con espuma poliuretano de 80 mm y cubierta exterior de aluminio, homologado por el M.I. y timbrado a 10 kg/cm2, instalado con tubería de acero inoxidable de 3 ". 2 Válvulas de corte, 1 filtro, 2 manguitos de conexión antivibración, 1 válvula antiretorno, instrumentos de control de la presión y temperatura, cuadro eléctrico mando. Incluso piezas especiales, conexiones fontanería y eléctricas, pequeño material y ayudas de albañilería. Medida la unidad instalada.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | | |
| | | | | | | | 2,00 | 4.197,60 | 8.395,20 |

**08FFG00001** **m CANALIZACIÓN ACERO INOXIDABLE 1" DIÁM.**

Canalización de acero inoxidable de 3 " AISI 316 montada al aire para circulación de agua de refrigeración, calorifugada mediante coquilla tipo armaflex de 40 mm incluso p.p. de uniones mediante collarines de compresión, piezas especiales, pequeño material y ayudas de albañilería; Medida la longitud ejecutada.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Impulsión | | 1 | 41,00 | | | 41,00 | | |
| Rerno | | 1 | 36,00 | | | 36,00 | | |
| | | | | | | | 77,00 | 9,86 | 759,22 |

**08FFG00002** **m CANALIZACIÓN ACERO INOXIDABLE 1 1/2" DIÁM.**

Canalización de acero inoxidable de 1 1/2 " AISI 316 montada al aire para circulación de agua de refrigeración, calorifugada mediante coquilla tipo armaflex de 40 mm incluso p.p. de uniones mediante collarines de compresión, piezas especiales, pequeño material y ayudas de albañilería; Medida la longitud ejecutada.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 12 | 8,00 | | | 96,00 | | |
| | | | | | | | 96,00 | 8,49 | 815,04 |

**08FVB00004** **u VÁLVULA DE ESFERA DIÁM. 1 1/2" ACERO INOXIDABLE**

Válvula de esfera de acero inoxidable colocada en canalización de 2" de diámetro, para colocar con manqguitos roscados, incluso pequeño material, construida según CTE, e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 36 | | | | 36,00 | | | |
| | | | | | | | 36,00 | 50,40 | 1.814,40 |
| 08FVB00005 | u **VÁLVULA DE ESFERA DIÁM. 1" ACERO INOXIDABLE** | | | | | | | | |
| | Válvula de esfera de acero inoxidable colocada en canalización de 3" de diámetro, para colocar con racor rápido roscado, incluso pequeño material, construida según CTE, e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 70,40 | 281,60 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C2.2 AGUA REFRIGERACIÓN...** | | | | | | | | **127.531,65** |
| | **SUBCAPÍTULO C2.3 TRANSPORTE NEUMÁTICO** | | | | | | | | |
| SIL001 | u **SILO DE GRANZA ALUMINIO 25 m3** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE SILO CILÍNDRICO Y VIROLA CÓNICA DE FONDO CONSTRUIDO EN ALUMINIO PARA MONTAJE EXTERIOR Y UN VOLUMEN DE 300 m3. TUBERÍAS DE CARGA EN ACERO INOXIDABLE DE 4", ESCALERA DE ACCESO Y BARANILLA DE PROTECCIÓN A PARTE SUPERIOR, FILTRO DE POLVO, VÁLVULA DE SOPRESIÓN, VIBRADORES ANTIAPELMAZAMIENTO. INCLUSO ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y CONEXIONADO ELÉCTRICO Y MECÁNICO. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y FUNCIONANDO. | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | 5,00 | 5,00 | | |
| | | | | | | | 5,00 | 23.000,00 | 115.000,00 |
| VALD002 | u **VALVULA ROTATIVA DOSIFICADORA** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE VÁLVULA ROTATIVA DOSIFICADORA PARA COLOCAR BAJO SILO, CONSTRUIDA EN CUERPO DE ALUMINIO Y PARTES MÓVILES DE ACERO INOXIDABLE, VÁLVULA DE CIERRE TIPO GUILLOTINA Y SIN-FIN DE ALIMENTACIÓN. ACCIONAMIENTO MOTOR ELÉCTRICO 400 V, CONEXIONADO MEDIANTE BRIDAS. INCLUSO MONTAJE MECÁNICO Y ELÉCTRICO, PIEZAS ESPECIALES Y PEQUEÑO MATERIA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA Y FUNCIONANDO. | | | | | | | | |
| | | 5 | | | | 5,00 | 5,00 | | |
| | | | | | | | 5,00 | 6.750,00 | 33.750,00 |
| BOV001 | u **BOMBA DE VACIO ALVEOLAR GARRAS** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE BOMBA DE VACIO DE GARRAS SECA INSONORIZADA PARA UN DESPLAZAMIENTO DE 300 M3/H DE AIRE A 500 mbar, 6,2 DE POTENCIA ELÉCTRICA. INCLUSO SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO, FILTRO DE AIRE ASPIRADO, CONEXIONADO MECÁNICO Y ELÉCTRICO, PEQUEÑO MATERIAL Y PIEZAS ESPECIALES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA FUNCIONANDO. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | 2,00 | | |
| | | | | | | | 2,00 | 14.500,00 | 29.000,00 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **VALD001** | **u VALVULA DESVIADORA DE 2 VÍAS** | | | | | | | | |
| | VALVULA DESVIADORA PARA INSTALACIONES DE TRANSPORTE NEUMÁTICO DE 2 VÍAS CONSTRUIDA EN CUERPO DE ALUMINIO FUNDIDO Y PIEZAS MÓVILES DE ACERO INOXIDABLE PARA CONEXIÓN A TUBERÍAS DE 4" MEDIANTE BRIDAS, ACTUADOR ELÉCTRICO 230 V TY MANDO MANUAL. INCLUSO BRIDAS DE CONEXIÓN, CONEXIONADO MECÁNICO Y ELÉCTRICO, PIEZAS ESPECIALES Y PEQUEÑO MATERIAL. MEDIDA LA UNDIDAD INSTALADA FUNCIONANDO. | | | | | | | | |
| | | 6 | | | | 6,00 | | | |
| | | | | | | | 6,00 | 1.850,00 | 11.100,00 |
| **TUBI001** | **m TUBERÍA ACERO INOXIDABLE 3"** | | | | | | | | |
| | TUBERÍA RÍGIDA DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 DE 3" CONEXIÓN MEDIANTE MANGUITOS O ABRAZADERAS DE TORNILLO PARA TRANSPORTE NEUMÁTICO DE MATERIAL PLÁSTICO. INCLUSO ELEMENTOS DE FIJACIÓN A ESTRUCTURA PORTANTE Y PEQUEÑO MATERIAL. MEDIDA LA LONGITUD REAL INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 60,00 | | | 60,00 | | | |
| | | | | | | | 60,00 | 186,00 | 11.160,00 |
| **CIC001** | **u TOLVAS DE ASPIRACIÓN Y DESCARGA** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE TOLVA DE DESCARGA EN TRANSPORTE NEUMÁTICO CONSTRUIDO EN ACERO INOXIDABLE AISI 304. INCLUSO ELEMENTOS DE CONEXIÓN MEDIANTE BRIDAS O ABRAZADERAS ATORNILLADAS, SALIDA DE AIRES CON FILTRO, ELECTROVÁLVULA DE MÁNDO. INCLUSO PEQUEÑO MATERIAL Y PIEZAS ESPECIALES, VÁLVULA INFERIOR DE CIERRE MANUAL. MEDIDA LA UNIDAD MONTADA, CONEXIONADA Y FUNCIONANDO. | | | | | | | | |
| | | 6 | | | | 6,00 | 6,00 | | |
| | | | | | | | 6,00 | 3.200,00 | 19.200,00 |
| **TUB001** | **m TUBO ACERO INOXIDABLES 1 "** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 1" PARA TRANSPORTE DE AIRE POR VACÍO, CONEXIÓN MEDIANTE RACORES RÁPIDOS ROSCADOS. INCLUSO ELEMENTOS DE FIJACIÓN A ESTRUCTURA PORTANTE Y PEQUEÑO MATERIAL. MEDIDA LA LONGITUD REAL INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 76,00 | | | 76,00 | | | |
| | | | | | | | 76,00 | 85,00 | 6.460,00 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO C2.3 TRANSPORTE..... 225.670,00**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **SUBCAPÍTULO C2.4 ILUMINACION** | | | | | | | | |
| **LUMIVM1000** | **u MONTAJE LUMIN. INDUSTR.CAMPANA + LAMP. V.M.A.I. 1000W.** | | | | | | | | |
| | LUMINARIA INTERIOR INDUSTRIAL TIPO CAMPANA CON LÁMPARA DE DESCARGA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA INTENSIDAD 1000 w Y 64.000 LUMENES. MATERIAL: CAJA PORTAEQUIPOS DE FUNDICION DE ALUMINIO DE COLOR NEGRO. REFLECTOR DE ALUMINIO ANODIZADO. CIERRE DE POLICARBONATO. INSTALACION: INDIVIDUAL ; MONTAJE ADOSADO CON ANCLAJE A TECHO. PORTALAMPARAS AJUSTABLE EN TRES POSICIONES (HAZ ANCHO , MEDIO Y ESTRECHO). LA UNIDAD ELECTRICA SE MONTA TRANSVERSALMENTE AL REFLECTOR. EL GRADO DE PROTECCIÓN DEL CONJUNTO REFLECTOR MAS CIERRE ES DE IP65. ALIMENTACIÓN A 230 V. MEDIDA LA UNIDAD MONTADA E INSTALADA. | | | | | | | | |
| | Nave | 22 | | | | 22,00 | | | |
| | | | | | | | 22,00 | 315,34 | 6.937,48 |
| **LUMIVM400** | **u MONTAJE LUMIN. INDUSTR.CAMPANA + LAMP. V.M.A.I. 400W.** | | | | | | | | |
| | LUMINARIA INTERIOR INDUSTRIAL TIPO CAMPANA CON LÁMPARA DE DESCARGA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA INTENSIDAD 1000 w Y 64.000 LUMENES. MATERIAL: CAJA PORTAEQUIPOS DE FUNDICION DE ALUMINIO DE COLOR NEGRO. REFLECTOR DE ALUMINIO ANODIZADO. CIERRE DE POLICARBONATO. INSTALACION: INDIVIDUAL ; MONTAJE ADOSADO CON ANCLAJE A TECHO. PORTALAMPARAS AJUSTABLE EN TRES POSICIONES (HAZ ANCHO , MEDIO Y ESTRECHO). LA UNIDAD ELECTRICA SE MONTA TRANSVERSALMENTE AL REFLECTOR. EL GRADO DE PROTECCIÓN DEL CONJUNTO REFLECTOR MAS CIERRE ES DE IP65. ALIMENTACIÓN A 230 V. MEDIDA LA UNIDAD MONTADA E INSTALADA. | | | | | | | | |
| | Nave | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 229,08 | 2.748,96 |
| **08WII00036** | **u LUMINARIA EMPOTRADA LAMPARA TC 42 W.** | | | | | | | | |
| | DE LUMINARIA PARA EMPOTRAR, FORMADA POR BANDEJA PORTALÁMPARA DE CHAPA DE ACERO FOSFATADA Y ESMALTADA EN CALIENTE, DIFUSOR DE CRISTAL, LAMPARA TC DE 42 W Y 3.200 LM. EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS, INCLUSO MONTAJE Y CONEXIONES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 39 | | | | 39,00 | | | |
| | | | | | | | 39,00 | 105,76 | 4.124,64 |
| **08WII00037** | **u LUMINARIA EMPOTRADA LAMPARA TL5 13 W.** | | | | | | | | |
| | DE LUMINARIA PARA EMPOTRAR, FORMADA POR BANDEJA PORTALÁMPARA DE CHAPA DE ACERO FOSFATADA Y ESMALTADA EN CALIENTE, DIFUSOR DE CRISTAL, LAMPARA TL5 DE 42 W Y 4.600 LM. EQUIPO ELECTRICO Y ACCESORIOS, INCLUSO MONTAJE Y CONEXIONES. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 12 | | | | 12,00 | | | |
| | | | | | | | 12,00 | 105,76 | 1.269,12 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C2.4 ILUMINACION.....** | | | | | | | | **15.080,20** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO C2.5 CONTRA INCENDIOS

**08PIE00025** **u** **EXTINTOR MÓVIL, DE POLVO ABC, 12 kg**

Extintor móvil, de polvo ABC, con 12 kg de capacidad eficacia 34-A,144-B, formado por recipiente de chapa de acero electrosoldada, con presión incorporada, homologado por el M.I., según rgto. de recipientes a presión, válvula de descarga, de asiento con palanca para interrupción, manómetro, manguera y boquilla de descarga, herrajes de cuelgue, placa de timbre, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería; instalado según CTE DB SI-4 y RIPCI. Medida la unidad instalada.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 15 | | | | 15,00 | | |
| | | | | | | | 15,00 | 78,52 | 1.177,80 |

**EQB0105G** **u** **GRUPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS**

GRUPO BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS EN PUNTO DE TRABAJO DE 54 M3/H DE CAUDAL Y 76,20 MCA DE ALTURA CON POTENCIA INSTALADA DE 35 KW, EN APLICACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD C.I. EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES Y DE ACUERDO A LAS NORMAS UNE, A LA PLANTA DE PROYECTO. INCLUSO MONTAJE, CONEXIONES, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA. MEDIDA LA INSTALACIÓN EN FUNCIONAMIENTO.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | | 1,00 | 19.459,29 | 19.459,29 |

**08PIM0021G** **u** **BOCA INCENDIO EQUIPADA DN 45 SUPERFICIE**

DE BOCA DE INCENDIO EQUIPADA, EN MONTAJE SUPERFICIAL,FORMADO POR DEVANADERA DE CHAPA DE ACERO PLEGADA Y PINTADA,ABATIBLE,CON TOMA AXIAL,VALVULA DE 25mm. (1") DE CIERRE ESFERICO, DE LATON,MANGUERA DE 25 m Y 45mm. DE DIAMETRO, DE TRAMA SEMIRRIGIDA,NO AUTOCOLAPSABLE,PARA UNA PRESION DE 15kg/cm2.Y UNA RESISTENCIA A TRACCION NO MENOR DE 1500kg/cm2.LANZA DE ALUMINIO DE TRES EFECTOS,CHORRO,PULVERIZACION Y PARO,MANOMETRO DE 0 A 15kg/cm2.,SOPORTE DEL EQUIPO, INCLUSO MONTAJE,CONEXION Y AYUDAS DE ALBAÑILERIA, INSTALADO S/NTE-CPI Y NTE/IPF-43. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | | | | 4,00 | | |
| | | | | | | | 4,00 | 244,77 | 979,08 |

**15APA00002** **u** **ARQUETA DE PASO DE 63X63 CM. Y 1.00 DE PROFUND**

DE ARQUETA DE PASO DE 63X63 cm. Y 1.00 m DE PROFUNDIDAD MEDIA, FORMADA POR: SOLERA DE HORMIGON HM-20 DE 15 cm. DE ESPESOR CON FORMACION DE PENDIENTES, FABRICA DE LADRILLO PERFORADO DE 1/2 PIE,ENFOSCADA Y BRUÑIDA POR EL INTERIOR, TAPA DE HORMIGON ARMADO CON CERCO DE PERFIL LAMINADO L 50.5 Y CONEXION DE TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA; INCLUSO EXCAVACION, RELLENO Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A VERTEDERO; CONSTRUIDA SEGUN NTE/ISS-51. MEDIDA LA UNIDAD EJECUTADA.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | | | | 5,00 | | |
| | | | | | | | 5,00 | 224,79 | 1.123,95 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIF080IND01G** | **m3 CANALIZACIÓN TUBERÍAS ENTERRADAS HASTA 1.20 m DE PROF.** | | | | | | | | |
| | DE CANALIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS PARA TENDIDO DE CONDUCTOS ENTERRADOS, CON 55% DE SECCIÓN EN ARENA PARA ACOMODACIÓN DE CONDUCTOS Y RESTO DE RELLENO CON SUELO SELECCIONADO LIMPIO DE PIEDRAS. INCLUYE APERTURA DE ZANJA Y PREPARACIÓN DEL TENDIDO, MATERIALES DE RELLENO, CIERRE Y COMPACTADO DE CANALIZACIÓN Y TRANSPORTE DE TIERRAS SOBRANTES A MENOS DE 5 KM. MEDIDO EL VOLUMEN EJECUTADO. | | | | | | | | |
| | | 1 | 200,00 | | | 200,00 | | | |
| | | | | | | | 200,00 | 14,02 | 2.804,00 |
| **08PIV00134** | **u VALVULA DE COMPUERTA DE 100MM. (4"),HUSILLO ASC** | | | | | | | | |
| | DE VALVULA DE COMPUERTA DE 100mm. (4") DIAMETRO, DE HUSILLO ASCENDENTE, CON BRIDAS, DE FUNDICION DE HIERRO CON GUARNICION EN BRONCE, PARA PN-10, INCLUSO CONTRABRIDAS, TORNILLOS JUNTAS, PEQUEÑO MATERIAL Y MONTAJE. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 311,95 | 623,90 |
| **08PIF00027** | **u ROCIADOR AUT. AGUA 20 mm DETEC. AMPOLLA** | | | | | | | | |
| | Rociador automático de agua, de 20 mm (3/4") de diámetro, construido en bronce, con elemento detector de ampolla de cuarzo para funcionamiento a 68º, deflector, montante o colgante, homologado, incluso pequeño material y conexionado a tubería; instalado según CTE y RIPCI. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 159,00 | | | 159,00 | | | |
| | | | | | | | 159,00 | 17,68 | 2.811,12 |
| **08PIF00004** | **u PUESTO CONTROL 100 mm DIÁM. PARA ROCIADORES AUT. AGUA** | | | | | | | | |
| | Puesto de control de 100 mm diám. (4"), para instalación de rociadores automáticos de agua, sistema tubería mojada, formado por: válvula de retención y alarma, de clapeta, de 100 mm diám., cámara de retardo con una capacidad > 8 l, alarma acústica con turbina hidráulica, construido todo en fundición perlitica y los componentes móviles en bronce especial, dos manómetros, unaválvula de globo de 50 mm diám., dosválvulas de retención de 20 mm diám., dos de cierre y dos llaves globo para manómetros, conexiones, con tubería de hierro galvanizado entre los distintos componentes y desagües de estos, incluso contrabridas para unión a red de agua y ayudas de albañilería; instalada según CTE y RIPCI. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 1.076,23 | 2.152,46 |
| **15SCE90025** | **m COND. POLIETILENO PE100 DIÁM. 200 mm PN-25** | | | | | | | | |
| | TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE 100 CON TENSIÓN TANGENCIAL DE DISEÑO DE 8 MPa, DE 200 mm DE DIÁMETRO NOMINAL Y UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 25 kg/cm2, APTA PARA USO ALIMENTARIO. INCLUSO P.P. DE ELEMENTOS DE UNIÓN Y MEDIOS AUXILIARES PARA EL TENDIDO Y CONEXIONES, COLOCADA SEGÚN NTE-IFA-13. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 65,00 | | | 65,00 | | | |
| | | | | | | | 65,00 | 39,00 | 2.535,00 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15SCE00021** | **m COND. POLIETILENO PE100 DIÁM. 160 mm PN-25** | | | | | | | | |
| | TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE 100 CON TENSIÓN TANGENCIAL DE DISEÑO DE 8 MPa, DE 160 mm DE DIÁMETRO NOMINAL Y UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 25 kg/cm2, APTA PARA USO ALIMENTARIO. INCLUSO P.P. DE ELEMENTOS DE UNIÓN Y MEDIOS AUXILIARES PARA EL TENDIDO Y CONEXIONES, COLOCADA SEGÚN NTE-IFA-13. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 17,00 | | | 17,00 | | | |
| | | | | | | | 17,00 | 26,07 | 443,19 |
| **E31TP110G** | **m. COND.POLIETILENO.PE 100 DIAM. 110 mm PN-25** | | | | | | | | |
| | TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE 100 CON TENSIÓN TANGENCIAL DE DISEÑO DE 8 MPa, DE 110 mm DE DIÁMETRO NOMINAL Y UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 25 kg/cm2, APTA PARA USO ALIMENTARIO. INCLUSO P.P. DE ELEMENTOS DE UNIÓN Y MEDIOS AUXILIARES PARA EL TENDIDO Y CONEXIONES, COLOCADA SEGÚN NTE-IFA-13. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 49,00 | | | 49,00 | | | |
| | | | | | | | 49,00 | 29,14 | 1.427,86 |
| **15SCE00004** | **m COND. POLIETILENO PE100 DIÁM. 50 mm PN-25** | | | | | | | | |
| | TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PE 100 CON TENSIÓN TANGENCIAL DE DISEÑO DE 8 MPa, DE 50 mm DE DIÁMETRO NOMINAL Y UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 25 kg/cm2, APTA PARA USO ALIMENTARIO. INCLUSO P.P. DE ELEMENTOS DE UNIÓN Y MEDIOS AUXILIARES PARA EL TENDIDO Y CONEXIONES, COLOCADA SEGÚN NTE-IFA-13. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 45,00 | | | 45,00 | | | |
| | | | | | | | 45,00 | 16,62 | 747,90 |
| **08PIC90022** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 150 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 150 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 50,00 | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 73,08 | 3.654,00 |
| **08PIC90020** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 100 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 100 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 54,00 | | | 54,00 | | | |
| | | 1 | 46,00 | | | 46,00 | | | |
| | | | | | | | 100,00 | 46,34 | 4.634,00 |
| **08PIC90019** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 80 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 80 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 52,00 | | | 52,00 | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 44,00 | | | 44,00 | | | |
| | | | | | | | 96,00 | 33,38 | 3.204,48 |
| **08PIC90017** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 50 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado une 19040, unión soldada o ranurada, de 50 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 7 | | | | 7,00 | | | |
| | | | | | | | 7,00 | 22,98 | 160,86 |
| **08PIC90015** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 40 mm** | | | | | | | | |
| | De canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 40 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 297,00 | | | 297,00 | | | |
| | | | | | | | 297,00 | 18,90 | 5.613,30 |
| **08PIC90014** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 32 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 32 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 162,50 | | | 162,50 | | | |
| | | 1 | 48,00 | | | 48,00 | | | |
| | | | | | | | 210,50 | 15,51 | 3.264,86 |
| **08PIC90013** | **m CANALIZACIÓN SUPERFICIAL AC. NEGRO ESTIRADO DIÁM. 25 mm** | | | | | | | | |
| | Canalización de acero soldado UNE-19040, unión soldada o ranurada, de 25 mm de diámetro exterior, incluso p.p. uniones, piezas especiales, anclajes, pequeño material, pintura de imprimación y acabado; Instalada según CTE. Medida la longitud ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 90,00 | | | 90,00 | | | |
| | | | | | | | 90,00 | 13,83 | 1.244,70 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO C2.5 CONTRA INCENDIOS..... 58.061,75**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

## SUBCAPÍTULO C2.6 ELECTRICIDAD ALTA TENSIÓN

**ARQUEA2** **Ud ARQUETA CABLES ELÉCTRICOS A2 PREFABRICADA**

MONTAJE Y SUMINISTRO DE ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN, SIN FONDO, TRONCOPIRAMIDAL, TIPO A2, DE 1,60x1,08 CM DE MEDIDAS INTERIORES Y DOBLE DE 62,5X53,5 CM (S/COMPAÑIA SUMINISTRADORA) PARA CONEXIÓN, CAMBIO DE DIRECCIÓN Y REGISTRO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS, PREPARADA PARA LA ENTRADA DE HASTA 8 TUBOS DE 205 MM POR CARA, CON MARCO DE ACERO Y TAPA DE FUNDICIÓN DÚCTIL DE 72X62X8 CM, CAPAZ DE SOPORTAR UNA CARGA DE 400 KN S/NORMA ONSE 01.01-16B, Y 01.01-14C. INCLUYE MARCO DE PERFIL ANGULAR DE HIERRO CON GARRAS LATERALES Y TAPA DE FUNDICIÓN HOMOLOGADA CON RESISTENCIA ADECUADA PARA SU EMPLEO EN CALZADAS. INCLUYE EXCAVACIÓN, BASE DE HORMIGÓN HM-20, CONEXIONES DE TUBOS CON EMBOCADURA AL INTERIOR, REMATES, Y RELLENO DEL TRASDÓS CON MATERIAL GRANULAR . MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 300,32 | 300,32 |

**15EAP00090GN u** **ARQUET CABLES ELÉCTRICOS A1 PREFABRICADA**

MONTAJE Y SUMINISTRO DE ARQUETA PREFABRICADA DE HORMIGÓN, SIN FONDO, TRONCOPIRAMIDAL, TIPO A1, DE 90,5X81,5 CM DE MEDIDAS INTERIORES Y 62,5X53,5 CM DE BOCA (S/COMPAÑIA SUMINISTRADORA) PARA CONEXIÓN, CAMBIO DE DIRECCIÓN Y REGISTRO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRANEAS, PREPARADA PARA LA ENTRADA DE HASTA 4 TUBOS DE 205 MM POR CARA, CON MARCO DE ACERO Y TAPA DE FUNDICIÓN DÚCTIL DE 72X62X8 CM, CAPAZ DE SOPORTAR UNA CARGA DE 400 KN S/NORMA ONSE 01.01-16B, Y 01.01-14C. INCLUYE MARCO DE PERFIL ANGULAR DE HIERRO CON GARRAS LATERALES Y TAPA DE FUNDICIÓN HOMOLOGADA CON RESISTENCIA ADECUADA PARA SU EMPLEO EN CALZADAS. INCLUYE EXCAVACIÓN, BASE DE HORMIGÓN HM-20, CONEXIONES DE TUBOS CON EMBOCADURA AL INTERIOR, REMATES, Y RELLENO DEL TRASDÓS CON MATERIAL GRANULAR . MEDIDA LA UNIDAD TERMINADA.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 300,32 | 600,64 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **08EAA000101N** | **m. RED M.T. RHZ1 3(1x240) AL 18/30 KV. SUBTERRANEA.** | | | | | | | | |
| | Red eléctrica de media tensión entubada reforzada con hormigón, realizada con cables conductores de unipolares 3x240 Al 18/30 kV, con aislamiento de dieléctrico seco, campo radial, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento RHZ1-OL 18/30 KV, pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea reforzada con hormigón, en zanja de 80 cm de ancho y 1,20 cm de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con hormigón HM-20, montaje de tubo de PE de 160 mm de diámetro reforzados de doble capa, relleno con una capa de hormigón HM-20 hasta cubrir 10 cm por encima del tubo. Incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado. | | | | | | | | |
| | | 1 | 40,00 | | | 40,00 | | | |
| | | | | | | | 40,00 | 125,10 | 5.004,00 |
| **15EWW0020GNu** | **UE00100** | | | | | | | | |
| | Caseta prefabricada con envolvente de hormigón armado vibrado para equipamiento eléctrico de media tensión, de dimensiones exteriores 6,44x2,50x2,77 m, equipada con carpintería metálica de acero galvanizado (puerta de compañía y de abonado con rejillas de ventilación natural) con armaduras conectadas a la toma de tierra, alumbrado normal y de emergencia, y placas de señalización de peligro de muerte en el acceso al local y de primeros auxilios, cumpliendo normas de compañía y reglamentos de aplicación. Incluso sistema de interior de tierra de protección, caja de verificación conectada a la armadura estructural. Apertura de caja, cama de arena para regularización y asiento de la caseta, paso de canalizaciones en el foso, acerado perimetral de 1,20 m de ancho realizado con hormigón HA-25 de 20 cm de espesor y mallazo con barras de 8 mm en cuadrícula a 20 cm de acero B500S, ayudas de albañilería y medios auxiliares. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 9.598,82 | 9.598,82 |
| **15ETW0010GN** | **u UE0251GN** | | | | | | | | |
| | Equipamiento eléctrico para protección, mando y control de instalación de seccionamiento de 400 A, compuesta por 3 celdas de línea, instaladas, cableadas y conectadas a la red de compañía y a la canalización del centro de transformación. Las celdas cumplirán las siguientes especificaciones:<br>Cabina de línea, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión. Medido el conjunto instalado y en funcionamiento. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 9.081,80 | 9.081,80 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15ETT0250GN** | **u EQUIP. PARA CENTRO DE TRANSFORMACION 400 KVA** | | | | | | | | |
| | Equipamiento eléctrico para protección, mando y control de instalación de transformación de 400 kVA formada por: Cabina de remonte de cables, cabina disyuntor de protección general con seccionador y disyuntor en SF6, relés de protección. Transformador reductor de llenado integral, de interior y en baño de aceite mineral de potencia nominal: 400 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 3x(3x240) mm2 para las fases y de 3x240mm2 para el neutro. Relé de protección del transformador de detección de gas, presión y temperatura . Instalación de tierra de protección de tierra de servicio código 5/32 Unesa, incluyendo cada una 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 50 mm2 en Cu , cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. Cabina disyuntor de protección del transformador con seccionador ambos en SF6 relés de protección. Cabina de medida en alta tensión equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación en armario homologado. Medida la unidad totalmente instalada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 53.375,29 | 53.375,29 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C2.6 ELECTRICIDAD ALTA.....** | | | | | | | | **77.960,87** |
| | **SUBCAPÍTULO C2.7 ELECTRICIDAD BAJA TENSION** | | | | | | | | |
| **E15CURVK240MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*240 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 240 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CT-CGBT | 1 | 495,00 | | | 495,00 | | | |
| | | | | | | | 495,00 | 33,78 | 16.721,10 |
| **08EI0030309N** | **u INTERRUPTOR CORTE EN CARGA CON FUSIBLES 800 A. 4 P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor de corte en carga mando rotatorio 3F+N provisto de base portafusibles y fusibles de 800 A de intensidad nominal y poder corte de al menos 25 KA contenidos en una envolvente aislante. Enclavamiento por cerradura. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | Salida CT | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.434,95 | 1.434,95 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **08EW0005205N** | **ud ARMARIO METALICO APARAMENTA 2000X2100X800 mm** | | | | | | | | |
| | Cuadro eléctrico formado por armario metálico con puerta transparente conteniendo la aparamenta y protección de los circuitos de baja tensión con unas dimensiones aproximadas de 2000x2.100x800 mm totalmente montado y conexionado conteniendo el aparellaje que se indica en los planos de esquemas unifilares. Tendrá un grado de protección mínimo de IP-556 (DIN VDE) | | | | | | | | |
| | CUADRO ELECTRICO | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 2.240,09 | 6.720,27 |
| **08EI0030308N** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 1500 A. 4 P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático tipo caja moldeada tetrapolar de 1500 A de intensidad nominal y poder corte de al menos 25 KA, provisto de bloque de protección termomagnética de 1000 A de intensidad nominal, térmico regulable 0,7-1 In y magnético fijo a 10 In del relé. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 4.690,95 | 4.690,95 |
| **08EI003022N** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 630 A. 4 P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático tipo caja moldeada tetrapolar de 630 A de intensidad nominal y poder corte de al menos 25 KA, provisto de bloque de protección termomagnética de intensidad nominal según esquema unifilar, térmico regulable 0,7-1 In y magnético fijo a 10 In del relé y diferencial 300 mA de sensibilidad. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.816,99 | 1.816,99 |
| **08EI0030302N** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 200 A. 4 P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático tipo caja moldeada tetrapolar de 200 A de intensidad nominal y poder corte de al menos 25 KA, provisto de bloque de protección termomagnética de intensidad nominal según esquema unifilar, térmico regulable 0,7-1 In y magnético fijo a 10 In del relé y diferencial 300 mA de sensibilidad. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 4 | | | | 4,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 1.448,73 | 5.794,92 |
| **08EI0030301N** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 100 A. 4 P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático tipo caja moldeada tetrapolar de 100 A de intensidad nominal y poder corte de al menos 25 KA, provisto de bloque de protección termomagnética y diferencial de intensidad nominal según esquema unifilar, térmico regulable 0,7-1 In y magnético fijo a 10 In del relé y diferencial 300 mA de sensibilidad. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 25 | | | | 25,00 | | | |
| | | | | | | | 25,00 | 232,20 | 5.805,00 |
| **08EIM00101** | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 10 A 2P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Subc 19 | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 23,64 | 70,92 |
| **08EIM00102** | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 16 A 2P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 19 | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 23,64 | 70,92 |
| **08EIM00303** | **P INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 20 A 4P 25 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 20 A de intensidad nominal, 25 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | Subc 3 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 90,95 | 454,75 |
| **08EIM0030378N** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 20A 3P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 20 A de intensidad nominal, 6 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 16 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Subc 15 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 4,00 | 80,95 | 323,80 |
| **08EIM00103** | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 20 A 2P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 20 A de intensidad nominal, 6 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 15 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 23,64 | 23,64 |
| **08EIM00104** | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 25 A 2P 6KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 25 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 2 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 4 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 23,64 | 70,92 |
| **08EIM00304** | **u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 25 A 4P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 25 A de intensidad nominal, 6 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 1 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 2 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 4 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 90,95 | 272,85 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **08EIM0030380** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 32A 4P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 32 A de intensidad nominal, 6 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 15 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 19 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 86,86 | 173,72 |
| **08EIM0030382** | **u INTERRUPTOR AUTOMATICO 40A 4P 6 KA** | | | | | | | | |
| | Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 40 A de intensidad nominal, 6 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 16 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 15 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 3 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 139,59 | 418,77 |
| **08EID00023** | **u INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 40 A SENS. 0,03 A** | | | | | | | | |
| | Interruptor diferencial IIII de 40 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad, 25 KA de poder de corte, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | Subc 1 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Subc 2 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Subc 4 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Subc 3 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Subc 19 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 10,00 | 154,96 | 1.549,60 |
| **08EIM0030302** | **u CONTACTOR III 30 A.** | | | | | | | | |
| | Contactor tripolar de 30 A, 400 V y 6 KA de poder corte. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | Subc 16 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Subc 15 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 5,00 | 110,49 | 552,45 |
| **08EIM0030303** | **u CONTACTOR III 25 A.** | | | | | | | | |
| | Contactor tripolar de 25 A, 400 V y 6 KA de poder corte. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | Subc 16 | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 110,49 | 110,49 |
| **08EIM0030301** | **u CONTACTOR IIII 20 A.** | | | | | | | | |
| | Contactor tetrapolar de 20 A, 400 V y 25 KA de poder corte. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 110,49 | 331,47 |
| **08EIM0030304** | **u CONTACTOR III 6 A.** | | | | | | | | |
| | Contactor tripolar de 6 A, 400 V y 6 KA de poder corte. Medida la unidad instalada y cableada. | | | | | | | | |
| | Sub.16 | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | Sub 15 | 3 | | | | 3,00 | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 5,00 | 110,49 | 552,45 |
| **08EIWV003015N** | **ANALIZADOR DE RED** | | | | | | | | |
| | Analizador de red trifásico de instalación en panel adecuado para baja tensión para el control de parámetros eléctricos, provisto de pantalla LCD y teclado, alimentación 230 c.a., comunicación con PLC. Medida la unidad instalada y conexionada. | | | | | | | | |
| | CGBT | 7 | | | | 7,00 | | | |
| | | | | | | | 7,00 | 333,98 | 2.337,86 |
| **E15CURVK2Y5MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*2.5 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 2.5 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 618,00 | | | 618,00 | | | |
| | Subc 16 | 1 | 56,00 | | | 56,00 | | | |
| | Subc 15 | 1 | 75,00 | | | 75,00 | | | |
| | Subc 1 | 1 | 75,00 | | | 75,00 | | | |
| | Subc 2 | 1 | 75,00 | | | 75,00 | | | |
| | Subc 4 | 1 | 75,00 | | | 75,00 | | | |
| | Subc 3 | 1 | 500,00 | | | 500,00 | | | |
| | | | | | | | 1.474,00 | 0,94 | 1.385,56 |
| **E15CUPRVK4MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*4 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 4 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 2.246,00 | | | 2.246,00 | | | |
| | Subc 1 | 1 | 90,00 | | | 90,00 | | | |
| | Subc 2 | 1 | 90,00 | | | 90,00 | | | |
| | Subc 4 | 1 | 6,00 | | | 6,00 | | | |
| | Subc 3 | 1 | 200,00 | | | 200,00 | | | |
| | | | | | | | 2.632,00 | 1,19 | 3.132,08 |
| **E15CUPRVK6MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*6 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 6 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 676,00 | | | 676,00 | | | |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Subc 16 | 1 | 20,00 | | | 20,00 | | | |
| | Subc 15 | 1 | 60,00 | | | 60,00 | | | |
| | | | | | | | 756,00 | 1,43 | 1.081,08 |
| **E15CUPRVK10MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*10 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 10 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 1.004,00 | | | 1.004,00 | | | |
| | | | | | | | 1.004,00 | 2,05 | 2.058,20 |
| **E15CUPRVK50MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*50 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 50 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 516,00 | | | 516,00 | | | |
| | | | | | | | 516,00 | 8,00 | 4.128,00 |
| **E15CUPRVK95MM** | **MONTAJE CABLE CU. UNIPOLAR 1*95 MM2 RV-K EN 0.6/1KV** | | | | | | | | |
| | CABLE FORMADO POR UN CONDUCTOR DE COBRE FLEXIBLE CLASE 5, DE 95 MM2 DE SECCIÓN CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC. DENOMINACION TECNICA RV-K CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. NO PROPAGADOR DE LA LLAMA: UNE-EN 50265 (IEC 60332.1). CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS SEGUN UNE 21123-2. BAJA EMISION DE CLH (INFERIOR AL 14%). MEDIDA EL METRO INSTALADO. | | | | | | | | |
| | CGBT | 1 | 25,00 | | | 25,00 | | | |
| | | | | | | | 25,00 | 13,98 | 349,50 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08IETAUX1632M | UD CAJA AISLANT IP-44 + 2 BASE SUP. 16A 2P/T +1 DE 32A 3P/N/T+PROTE | | | | | | | | |
| | MONTAJE Y SUMINISTRO DE CAJA ESTANCA IP44, FORMADA POR CAJA DE MATERIAL AISLANTE CON APARAMENTA DE PROTECCIÓN DE TODOS LOS CIRCUITOS: DOS MAGNETOTERMICOS TETRAPOLARES DE 16 A. Y P.C.6KA CURVAS B,C; DOS MAGNETOTERMICOS BIPOLAR DE 16 A. Y P.C.6KA CURVAS B,C; Y UN DIFERENCIAL IV DE 40A Y 30mA; MAS LAS TOMAS DE CORRIENTE IP-67 EN MONTAJE SUPERFICIAL; CON DOS DE 16 A.2P+TT. Y DOS DE 16 A 3POLOS+N+TT, INSTALADA CON CONDUCTORES DE COBRE FLEXIBLE TIPO RV-K DE 6 Y 2.5 MM2 DE SECCIÓN, CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) Y CUBIERTA DE PVC Y CON TENSION DE AISLAMIENTO 0.6/1 KV. TOMAS DE CORRIENTE FORMADAS POR CAJA ESTANCA, MECANISMO Y TAPA ARTICULADA, COLOCADO CON PRENSAESTOPAS,MUELLES DE ACERO INOXIDABLE Y CONOS, INCLUSO CONEXIONES, GRAPAS, AYUDAS DE ALBA¥ILERIA Y CONEXIONES; CONSTRUIDA SEGUN REBT. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | | 17 | | | | 17,00 | | | |
| | | | | | | | 17,00 | 505,35 | 8.590,95 |
| E18BATCFPR900 | UD MONTAJE BATERIA CONDENSAD. AUTOMATICA 200 KVAR/400 V.IP66 | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y MONTAJE DE BATERÍA DE CONDENSADORES TRIFÁSICA DE 200 KVAr 400V 50 HZ CON REGULACION AUTOMATICA EN FUNCION DE LA CARGA. LOS ESCALONES ESTÁN FORMADOS POR MÓDULOS DE COMPENSACIÓN COMPUESTOS POR: CONDENSADORES PROTEGIDOS CON MEMBRANA DE SOBREPRESION Y FUSIBLE INTERNO PARA CADA ELEMENTO MONOFÁSICO. CONTACTORES ESPECÍFICOS PARA LA MANIOBRA DE CONDENSADORES CON RESISTENCIAS DE PREINSERCION. FUSIBLES APR. AUTO TRANSFORMADOR 400/230 V. FABRICADA SEGÚN CEI 439. REGULADOR DE ENERGÍA REACTIVA. 8 ALARMAS CON RELÉ DE ALARMA SEPARADO. PREPROGRAMADO DE FÁBRICA. DIMENSIONAMIENTO DE CABLES Y APARELLAJE: 2A POR KVAR A 400 V· 3,5A POR KVAR A 230 V· REALIZACIÓN IP66. INSTALACIÓN EN EL SUELO ENTRADA DE CABLESPOR DEBAJO· PREVER UN TI X / 5 A, 5 VA. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA, CONEXIONADA CON TRANSFORMADOR Y PROBADA | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 15.446,09 | 15.446,09 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **E18BATCFPF50N** | **UD MONTAJE BATERIA CONDENSADORES FIJA 30 KVAR/400 V.IP66** | | | | | | | | |
| | MONTAJE Y SUMINISTRO DE BATERIA FIJA DE 50 KVAr EN UN SISTEMA TRIFÁSICO A 400V, 50 HZ PARA COMPENSAR LA ENERGIA REACTIVA DE LOS TRANSFORMADORES EN SU FUNCIONAMIENTO EN VACIO. CONTRUIDA EN FILM POLIPROPILENO METALIZADO SECO, AUTOCICATRIZANTES DOBLE AISLAMIENTO, PROTEGIDO POR MEMBRANA DE SOBREPRESION COORDINADA CON UN FUSIBLE INTERNO EN CADA ELEMENTO CAPACITIVO. RESISTENCIA DE DESCARGA RÁPIDA INCORPORADA (<50 V EN 1 MIN.). SOBRETENSIÓN DE EXPLOTACIÓN DURANTE LARGOS PERIODOS 10%Un. SOBRETENSIONES DE CORTA DURACIÓN (5 MIN) 20%Un. SOBRECORRIENTES DEBIDAS A LOS ARMONICOS 30%In. DISYUNTOR DE PROTECCION PRIMERA MARCA. REALIZACIÓN IP66. INSTALACIÓN ES EL SUELO, ENTRADA DE CABLES POR DEBAJO SOBRE LAS PLACAS DEL DISYUNTOR. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA, CONEXIONADA CON TRANSFORMADOR Y PROBADA | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 3.561,15 | 3.561,15 |
| **E16BPVCP1200m.** | **MONT.BANDEJA PERFORADA PVC TIPO UNEX O SIMILAR DE 100x300 MM.** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BANDEJA PERFORADA DE PVC. COLOR GRIS DE 100X300 MM., CON 1 SEPARADOR, CON P.P. DE ACCESORIOS Y SOPORTES; MONTADA SUSPENDIDA CONFORME AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN Y NORMA EN 61537:2001. CON PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS 20J/IK10. FORMADA POR MATERIAL AISLANTE Y DE REACCIÓN AL FUEGO M1. TODO ELLO SEGUN ESPECIFICACIONES TECNICAS. MEDIDO EL METRO DE BANDEJA COLOCADA. | | | | | | | | |
| | | 1 | 150,00 | | | 150,00 | | | |
| | | | | | | | 150,00 | 42,42 | 6.363,00 |
| **E16BPVCP6100m.** | **MONT.BANDEJA PERFORADA PVC TIPO UNEX O SIMILAR DE 60x100 MM.** | | | | | | | | |
| | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BANDEJA PERFORADA DE PVC. COLOR GRIS DE 60X100 MM., CON 1 SEPARADOR, CON P.P. DE ACCESORIOS Y SOPORTES; MONTADA SUSPENDIDA CONFORME AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN Y NORMA EN 61537:2001. CON PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS 20J/IK10. FORMADA POR MATERIAL AISLANTE Y DE REACCIÓN AL FUEGO M1. TODO ELLO SEGUN ESPECIFICACIONES TECNICAS. MEDIDO EL METRO DE BANDEJA COLOCADA. | | | | | | | | |
| | | 150 | | | | 150,00 | | | |
| | | | | | | | 150,00 | 26,93 | 4.039,50 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **E16TAGM32MMM** | **MONTAJE TUBO ACERO GALVANIZ. "CONDUIT" O SIMILAR DIAM.EXTER.M-32** | | | | | | | | |
| | MONTAJE Y SUMINISTRO DE TUBO DE ACERO GALVANIZADO M-32 (DIAMETRO EXTERIOR 32 MM), PARA CANALIZACIONES ELECTRICAS FIJAS EN SUPERFICIE; FABRICADO PARTIENDO DE FLEJE LAMINADO EN FRIO RECOCIDO O CALIENTE, CON BAJO CONTENIDO DE CARBONO. CUMPLE LAS NORMAS UNE-EN 50086-1 Y UNE-EN 50086-2-1. DIMENSIONES Y ROSCAS DE ACUERDO CON LA NORMA "EN 60423". PROTEGIDO EXTERIORMENTE MEDIANTE GALVANIZADO ELECTROLITICO EN FRIO Y SU INTERIOR PINTADO CON PINTURA ANTICORROSIVA. MEDIDO EL METRO DE TUBO GRAPADO E INSTALADO, INCLUYENDO LAS P.P. DE PIEZAS ESPECIALES. | | | | | | | | |
| | ILUMINACION | 1 | 450,00 | | | 450,00 | | | |
| | TOMAS CORRIENTE | 1 | 250,00 | | | 250,00 | | | |
| | OTROS | 1 | 115,00 | | | 115,00 | | | |
| | | | | | | | 815,00 | 9,78 | 7.970,70 |
| **E16TMFPVC29MM** | **MONTAJE TUBO METAL.FLEXIBL.RECUB.PVC.PLAST. DIAMET.EXTER. 29 MM.** | | | | | | | | |
| | MONTAJE Y SUMINISTRO DE TUBO METALICO FLEXIBLE RECUBIERTO DE PVC PLASTIFICADO DE DIAMETRO EXTERIOR 29 MM. ESTANCO AUTOEXTINGUIBLE. CONFORME A NORMAS UNE-20333 RESPECTO A DIMENSIONES Y UNE-EN-50086 RESPECTO A RESISTENCIA A LA COMPRESION (1.250 Nw) Y AL IMPACTO (2J. A -5º). INCLUYE P.P. DE PIEZAS ESPECIALES PARA GRAPADO, RACORES DE LATÓN CINCADOS, ACCESORIOS DE DERIVACION, ETC. MEDIDA LA UNIDAD INSTALADA. | | | | | | | | |
| | Conexiones finales | 1 | 120,00 | | | 120,00 | | | |
| | | | | | | | 120,00 | 8,41 | 1.009,20 |
| **E16CDCHA2160** | **UD MONTAJE CAJA DERIV. CHAPA ACERO E=1,5 MM.PLAST.PINT.EPOX. IP-657** | | | | | | | | |
| | MONTAJE Y SUMINISTRO DE CAJA EN CHAPA DE ACERO (COLOR GRIS) DE ESPESOR 1,5 MM, EMBUTIDA Y PLASTIFICADA; PROTEGIDA EXTERIORMENTE CON PINTURA POLIESTER-EPOXI, JUNTA DE ESTANQUEIDAD DE PVC, CIERRE MEDIANTE TORNILLOS IMPERDIBLES. UTILIZADAS PARA DERIVACION Y CONEXIÓN. GRADO DE PROTECCION MINIMO IP-657. DIMENSIONES EN FUNCION DE LOS TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA, ASI COMO DEL CONEXIONADO INTERIOR EN LA MISMA. MEDIDA LA CAJA INSTALADA Y CONECTADA. | | | | | | | | |
| | | 50 | | | | 50,00 | | | |
| | | | | | | | 50,00 | 42,68 | 2.134,00 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO C2.7 ELECTRICIDAD BAJA..... 111.547,80**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **SUBCAPÍTULO C2.8 AGUA POTABLE** | | | | | | | | |
| **15SAA00002** | **u ACOMETIDA A LA RED EXISTENTE ABASTECIMIENTO DE AGUAS** | | | | | | | | |
| | Acometida a la red existente de abastecimiento de aguas, incluso p.p. de ayudas de albañilería. Medida la unidad ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 256,27 | 256,27 |
| **02ZMM00001** | **m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. DURA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m** | | | | | | | | |
| | Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia dura, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medida en perfil natural. | | | | | | | | |
| | | 1 | 35,00 | 0,40 | 0,50 | 7,00 | | | |
| | | | | | | | 7,00 | 5,75 | 40,25 |
| **02RRB00001** | **m3 RELLENO CON TIERRAS REALIZADO CON MEDIOS MANUALES** | | | | | | | | |
| | Relleno con tierras realizado con medios mecánicos y manuales, extendido en tongadas de 20 cm, comprendiendo: relleno, extendido, regado y compactado con pisón mecánico tipo pata cabra al 95% proctor, en 20 cm de profundidad. Medido en perfil compactado. | | | | | | | | |
| | | 1 | 35,00 | 0,40 | 0,45 | 6,30 | | | |
| | | | | | | | 6,30 | 24,02 | 151,33 |
| **15SWC00001** | **u CONTADOR GENERAL DE 65 mm** | | | | | | | | |
| | Contador general de 65 mm de calibre, instalado en canalización de 75 mm de diámetro, incluso llaves de compuerta, grifo de comprobación, armario metálico y p.p. de manguitos, pasamuros, pequeño material y ayudas de albañilería; construido según Ordenanza Municipal. Medida la unidad ejecutada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.384,46 | 1.384,46 |
| **04PAF0060GN** | **ud ARQUETA PREFAB. 60x60x100 cm, FONDO HM-20, TAPA FUNDICIÓN** | | | | | | | | |
| | ARQUETA PREFABRICADA REGISTRABLE DE HORMIGÓN ARMADO, DE 0.60x0.60x1.00 M DE DIMENSIONES INTERIORES CON TAPA DE FUNDICIÓN, TIPO C 250 PARA ZONAS PEATONALES CON TRÁFICO OCASIONAL Y PASO LIBRE 600 mm DE LADO, COLOCADA SOBRE FONDO DE HORMIGÓN. INCLUSO MEDIOS AUXILIARES, P.P. DE AGUJEROS, FORMACIÓN DE PENDIENTES, CUÑAS Y CONEXIÓN DE TUBOS. MEDIDA LA UNIDAD COLOCADA Y CONECTADA. | | | | | | | | |
| | | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 252,72 | 758,16 |
| **15SCE00010** | **m COND. POLIETILENO PE50A DIÁM. 90 mm PN-10** | | | | | | | | |
| | Conducción de polietileno de alta densidad DN 50 mm, clase PE50A PN-10 apta para uso alimentario, incluso p.p. de soldadura a tope de juntas y prueba en zanja a presión normalizada. Medida la longitud instalada y probada. | | | | | | | | |
| | | 1 | 35,00 | | | 35,00 | | | |
| | | | | | | | 35,00 | 7,77 | 271,95 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15SVE00010** | **u VÁLVULA COMP. A/E DIÁM. 80 mm ENTERRABLE PN-16** | | | | | | | | |
| | Válvula de compuerta y asiento elástico diámetro 50 mm, enterrable, de fundición ductil con bridas PN-16, en conducción de polietileno diámetro 50 mm, incluso portabridas de polietileno diámetro 50 mm PE50A PN-10 con brida loca diámetro 50 mm PN-16, tornillería, juntas de goma, conjunto de maniobra, arqueta cilíndrica de fundición y p.p. de soldadura a tope de juntas. Medida la unidad instalada. | | | | | | | | |
| | | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 258,01 | 258,01 |
| | **TOTAL SUBCAPÍTULO C2.8 AGUA POTABLE.....** | | | | | | | | **3.120,43** |
| | **TOTAL CAPÍTULO C2 INSTALACIONES.....** | | | | | | | | **661.509,98** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C3 EQUIPOS** | | | | | | | | |
| **C3.CT01** | **u CINTA TRANSPORTADORA, 6 m, 16 t/h, 0º** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de cinta transportadora de 6 m de longitud y una capacidad de 16 t/h. Incluida estructura soporte y tolva de descarga, incluso conexionado eléctrico. Medida la unidad instalada y probada. | | | | | | | | |
| | Carga molino | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 1.894,63 | 1.894,63 |
| **C3.CT02** | **u CINTA TRANSPORTADORA, 8 m, 16 t/h, 0º** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de cinta transportadora de 8 m de longitud y una capacidad de 16 t/h. Incluida estructura soporte y tolva de descarga, incluso conexionado eléctrico. Medida la unidad instalada y probada. | | | | | | | | |
| | Descarga molino | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 2.294,63 | 2.294,63 |
| **C3.MO01** | **u MOLINO TRITURADOR PLÁSTICO 15 kW** | | | | | | | | |
| | Molino triturador de plásticos de 15 kW y una cabina de corte 450 mm x 600 mm. | | | | | | | | |
| | Molino | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 50.256,09 | 50.256,09 |
| **C3.INY01** | **u INYECTORA SSB SUN-80, 80 Tn, 11.1 kW** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de una inyectora pequeña de 80 Tn de fuerza de cierre.. | | | | | | | | |
| | Inyectora | 3 | | | | 3,00 | | | |
| | | | | | | | 3,00 | 700.256,09 | 2.100.768,27 |
| **C3.INY02** | **u INYECTORA SSB SUN-110, 110 Tn, 17.3 kW** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de una inyectora pequeña de 80 Tn de fuerza de cierre.. | | | | | | | | |
| | Inyectora | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 1,00 | 975.317,30 | 975.317,30 |
| **C3.INY03** | **u INYECTORA SIEPLA D650/4800, 650 Tn** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de una inyectora pequeña de 80 Tn de fuerza de cierre.. | | | | | | | | |
| | Inyectora | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 1.350.388,53 | 2.700.777,06 |
| **C3.MMC01** | **u M. MEDICIÓN COORDENADAS ACCURA** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de una máquina de medición por coordenadas de Zeiss modelo Accura con un rango de medición de 1200mm x 2400 mm x 800 mm. | | | | | | | | |
| | Control de calidad | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 32.094,63 | 64.189,26 |
| **C3.BR01** | **u BRAZO ROBOT, 10 kg, 1.45 m** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de dos brazos robot para piezas de hasta 10 kg de peso y un desplazamiento de 1.45 m. | | | | | | | | |
| | Transporte de piezas | 2 | | | | 2,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 30.094,63 | 60.189,26 |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **06CT001** | **u CINTA TRANSPORTADORA, 5 m, 16 t/h, 0º** | | | | | | | | |
| | Suministro y montaje de cinta transportadora de 5 m de longitud y una capacidad de 16 t/h. Incluida estructura soporte y tolva de descarga, incluso conexionado eléctrico. Medida la unidad instalada y probada. | | | | | | | | |
| | Carga molino | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | Descarga molino | 1 | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | 2,00 | 1.894,63 | 3.789,26 |

**TOTAL CAPÍTULO C3 EQUIPOS..... 5.959.475,76**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C4 SEGURIDAD Y SALUD** | | | | | | | | |
| | **TOTAL CAPÍTULO C4 SEGURIDAD Y SALUD** ..... | | | | | | | | **62.850,00** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C5 GESTIÓN DE RCD** | | | | | | | | |
| | **TOTAL CAPÍTULO C5 GESTIÓN DE RCD.....** | | | | | | | | **8.576,00** |

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CAPÍTULO C6 CONTROL DE CALIDAD** | | | | | | | | |
| | **TOTAL CAPÍTULO C6 CONTROL DE CALIDAD.....** | | | | | | | | **45.500,00** |
| | **TOTAL.....** | | | | | | | | **8.280.275,02** |

Trabajo de Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

# Planos: Fábrica de inyección de plásticos para fabricación de piezas de automoción

Autor: Victoria Rodríguez Fontiveros
Tutor: Pablo José Matute Martín

**Dpto. Ing. De la Construccion y Proyectos de Ingeniería**
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018

# Indice

**18. Estructura pórticos 1 y 2**

**19. Esructura pórtico 3 y 4**

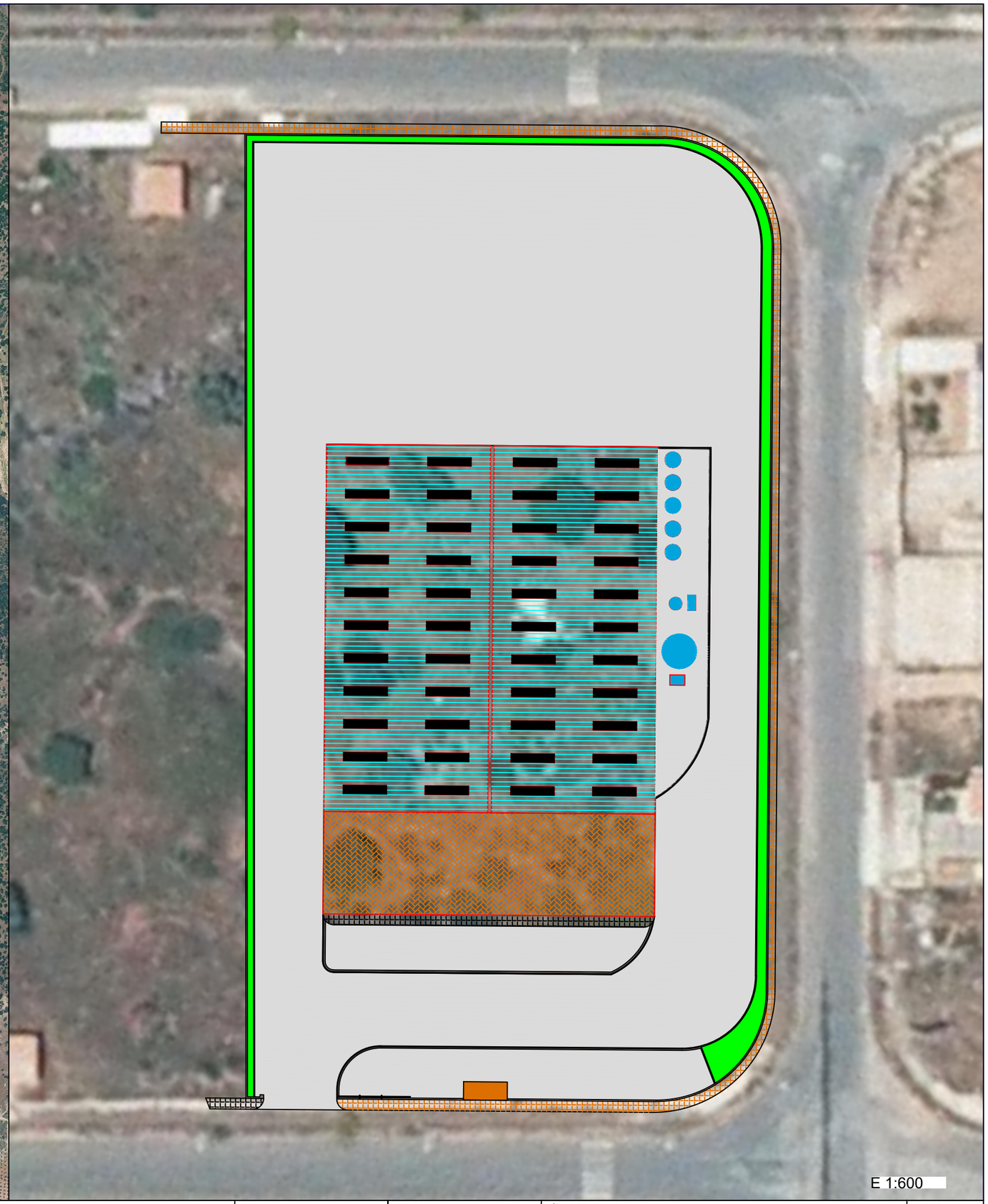
**20. Estructura pórticos 5, 6, 7 y 8**

**21. Estructura pórtico 9 y fachada lateral**

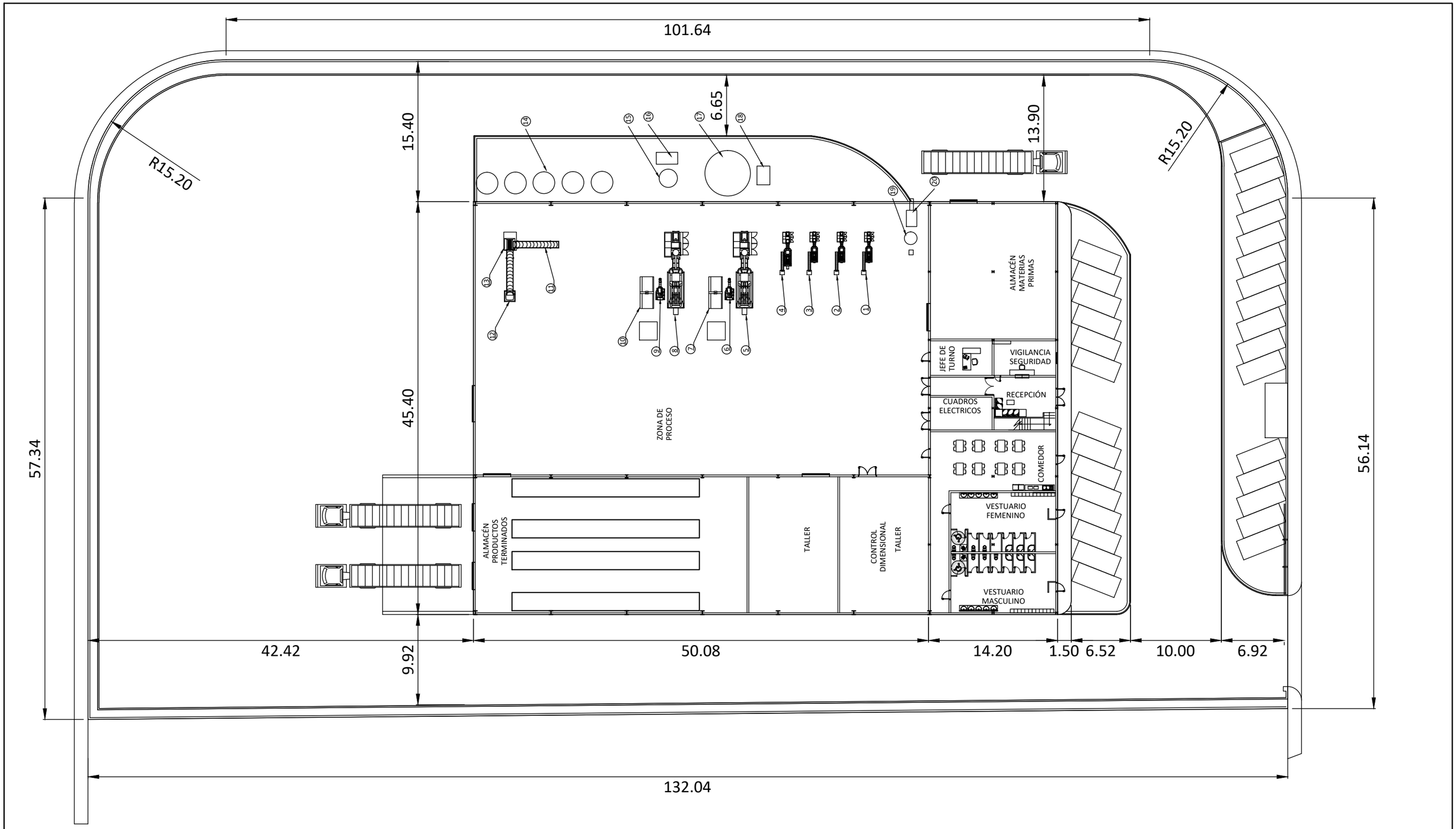
**22. Estructura pórtico 5 y fachada lateral**

**23. Fachadas frontales**

**24. Cimentación**

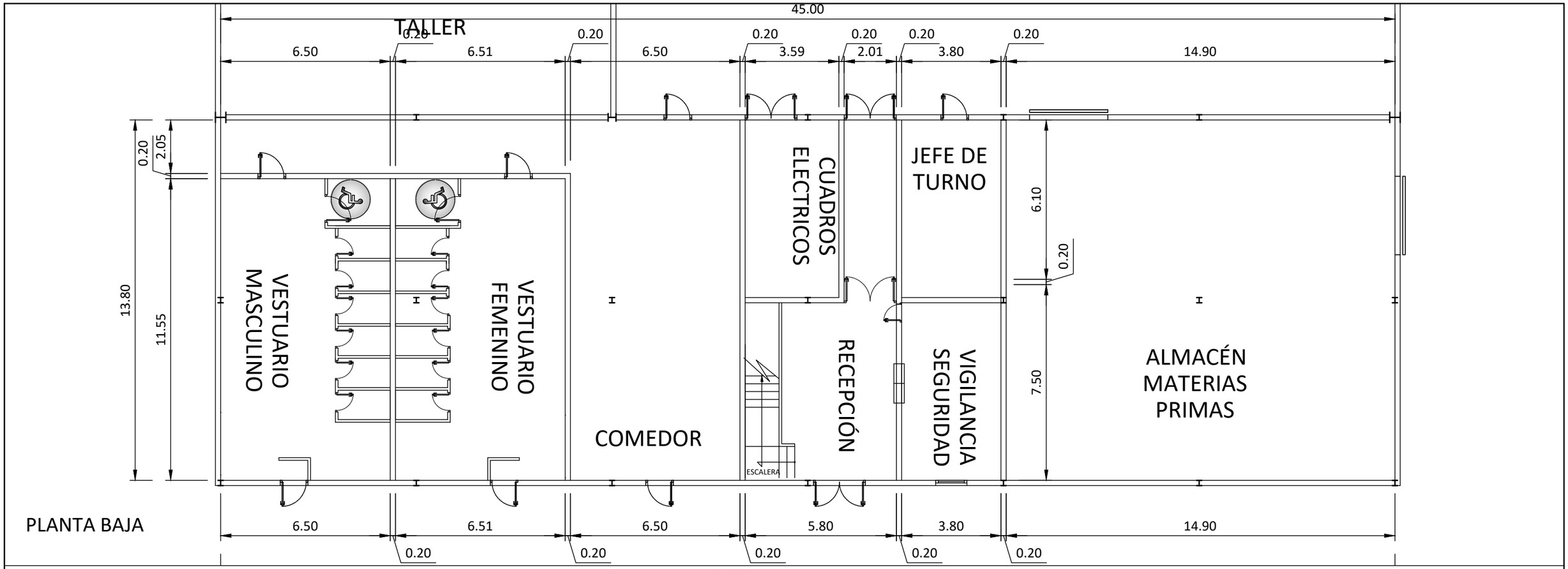




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO. POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:10000 y 1:600<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>UBICACIÓN INSTALACIÓNES | Nº DE PLANO:<br>1 |

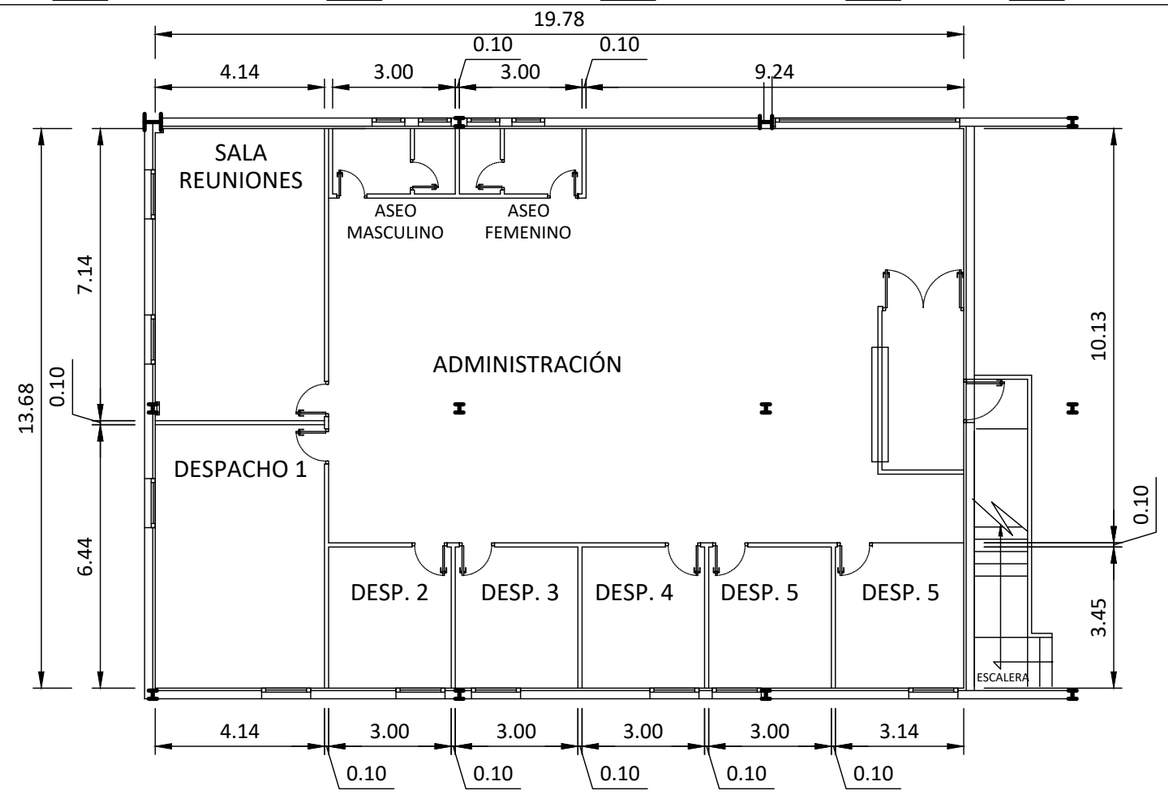



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Máquina inyectora pequeña. | 5 | Máquina inyectora grande | 9 | Brazo robotizado | 13 | Molino 15 KW | 17 | **Depósito contraincendios** 135 $m^3$ |
| 2 | Máquina inyectora pequeña. | 6 | Brazo robotizado | 10 | Mesa control dimensional | 14 | Silos almacenamiento granza | 18 | Grupo contraincendios |
| 3 | Máquina inyectora pequeña | 7 | Mesa control dimensional | 11 | Cinta transportadora de carga molino | 15 | Depósito agua refrigeración | 19 | Calderín aire comprimido |
| 4 | Máquina inyectora mediana | 8 | Máquina inyectora grande | 12 | Cinta transportadora de descarga molino | 16 | Máquina agua de refrigeración | 20 | Compresor |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:400<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>PLANTA GENERAL. COTAS | Nº DE PLANO:<br>2 |

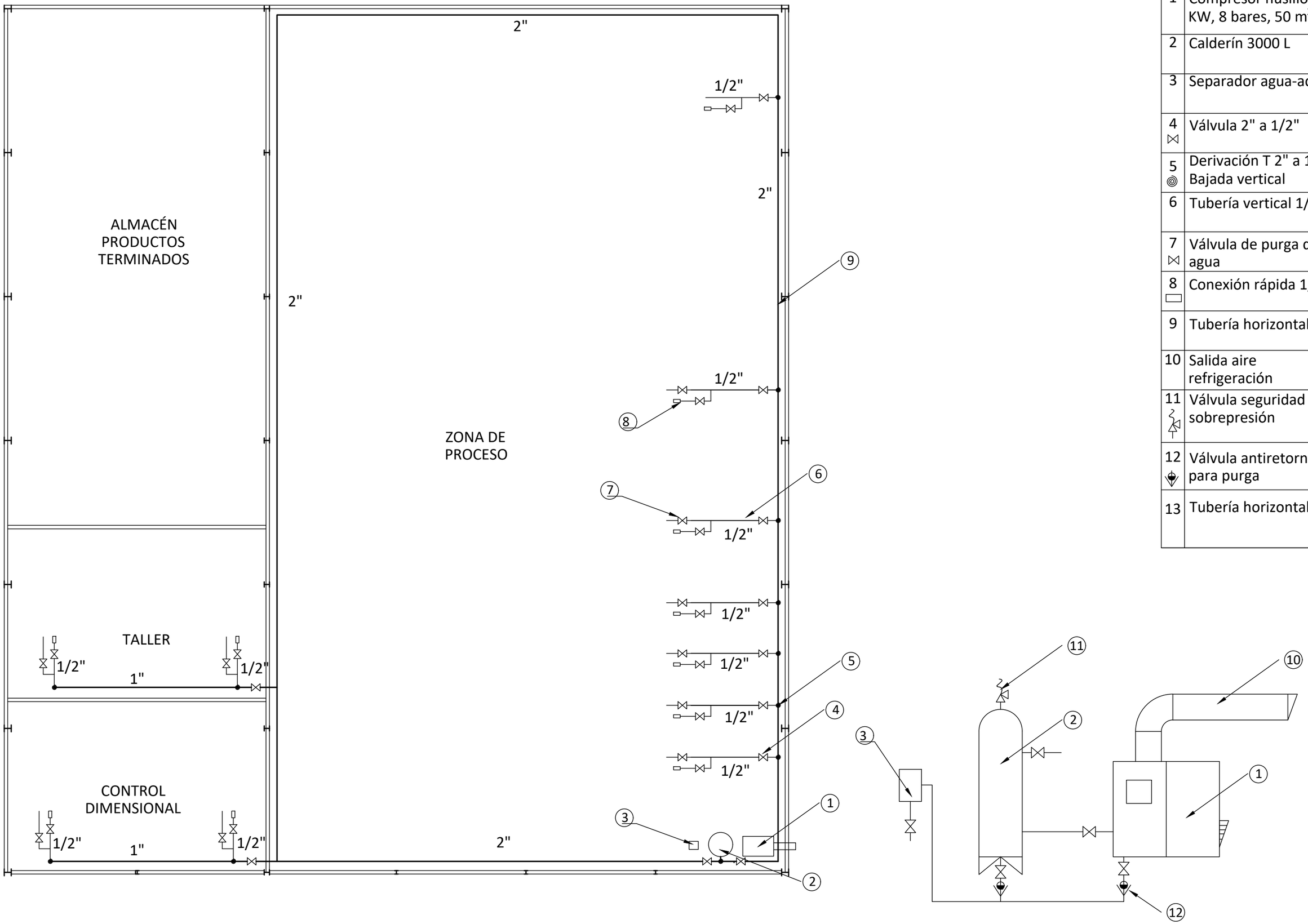



PLANTA BAJA




PLANTA 1ª

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:150<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ZONA DE SERVICIOS Y OFICINAS<br>COTAS | Nº DE PLANO:<br>3 |




| | |
|---|---|
| 1 | Compresor husillo 50 KW, 8 bares, 50 $m^3/h$ |
| 2 | Calderín 3000 L |
| 3 | Separador agua-aceite |
| 4 | Válvula 2" a 1/2" |
| 5 | Derivación T 2" a 1/2". Bajada vertical |
| 6 | Tubería vertical 1/2" |
| 7 | Válvula de purga de agua |
| 8 | Conexión rápida 1/2" |
| 9 | Tubería horizontal 2" |
| 10 | Salida aire refrigeración |
| 11 | Válvula seguridad sobrepresión |
| 12 | Válvula antiretorno para purga |
| 13 | Tubería horizontal 1" |

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

TÉCNICO REDACTOR:
Victoria Rodríguez Fontiveros
Ingeniero Industrial

TÍTULO DEL PROYECTO:
*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*
*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)*

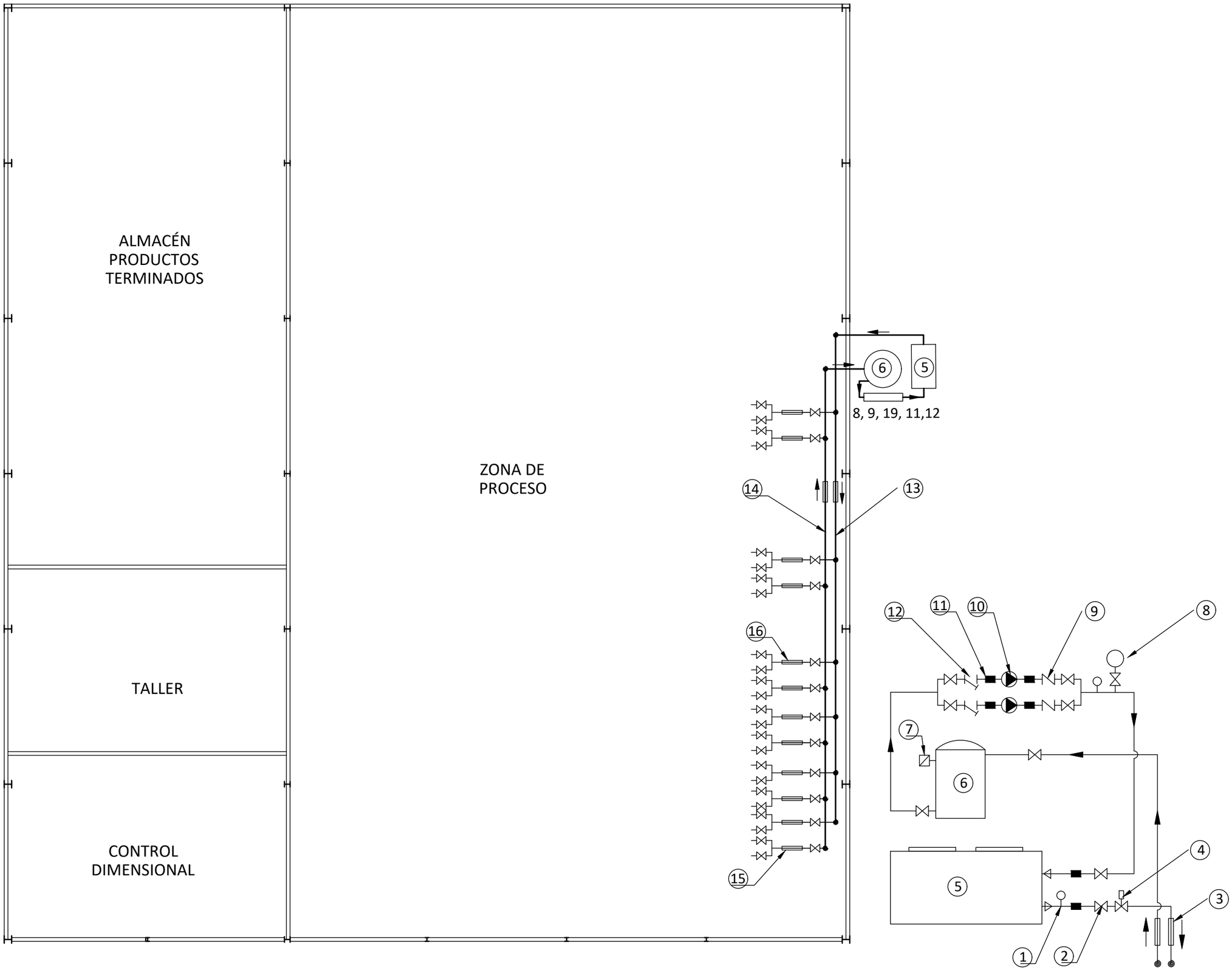
FECHA: ABRIL 2019

ESCALA: 1:200

ARCHIVO:

TÍTULO DEL PLANO:
INSTALACIÓN AIRE COMPRIMIDO

Nº DE PLANO: 4




| | |
|---|---|
| 1 | Termómetro esfera |
| 2 | Válvula de corte manual |
| 3 | Tubería calorifugada 3" impùlsion y retorno |
| 4 | Electroválvula |
| 5 | Máquina enfriadora 30,7 L/s, 516,9 KW |
| 6 | Depósito de agua, 2927 l |
| 7 | Sonda Temperatura |
| 8 | Manómetro |
| 9 | Válvula antiretorno |
| 10 | Bomba |
| 11 | Manguito de conexión |
| 12 | Filtro |
| 13 | Tuberia horizontal de alimentación, 3" |
| 14 | Tubería horizontal de recolección 3" |
| 15 | Tubería de recolección, 1" $\frac{1}{2}$' |
| 16 | Tubería de alimentación, 1" $\frac{1}{2}$' |

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

TÉCNICO REDACTOR:
Victoria Rodríguez Fontiveros
Ingeniero Industrial

TÍTULO DEL PROYECTO:
*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*
*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)*

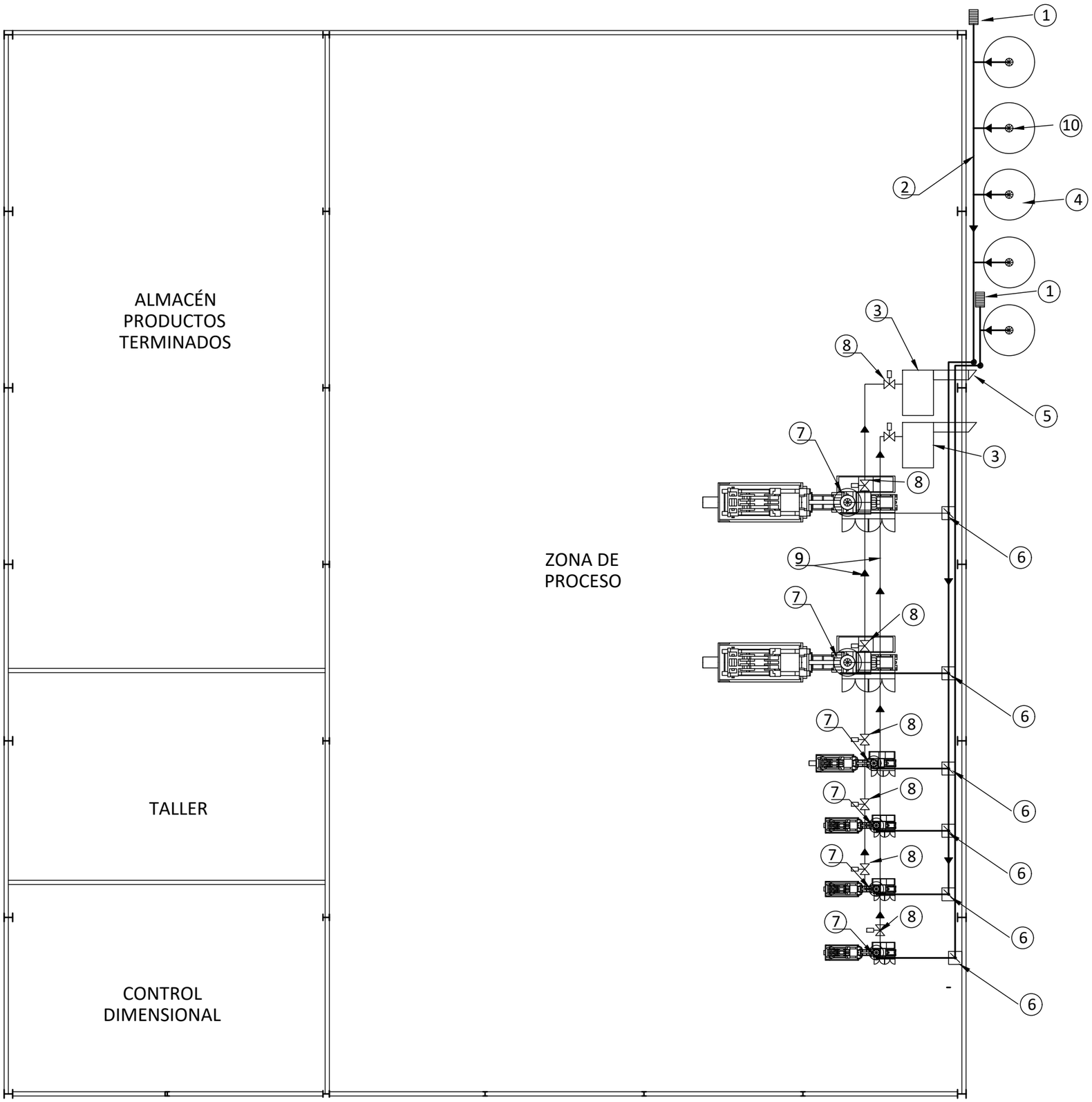
FECHA: ABRIL 2019

ESCALA: 1:200

ARCHIVO:

TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN AGUA REFRIGERACIÓN

Nº DE PLANO: 5




| | |
|---|---|
| 1 | Rejilla de aspiración |
| 2 | Tuberia de transporte acero inoxidable 3" |
| 3 | Bomba de vacío, 6,20 KW, 300 m/h |
| 4 | Silos de almacenamiento materia prima |
| 5 | Salida de aire ventilación |
| 6 | Válvulas de desviación del flujo |
| 7 | Tolva aspiración y descarga |
| 8 | Electroválvula de corte flujo de aire |
| 9 | Tubería de aspiración de AISI 304, 1" mm |
| 10 | Válvula rotativa dosificadora |

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

TÉCNICO REDACTOR:
Victoria Rodríguez Fontiveros
Ingeniero Industrial

TÍTULO DEL PROYECTO:
*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*
*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)*

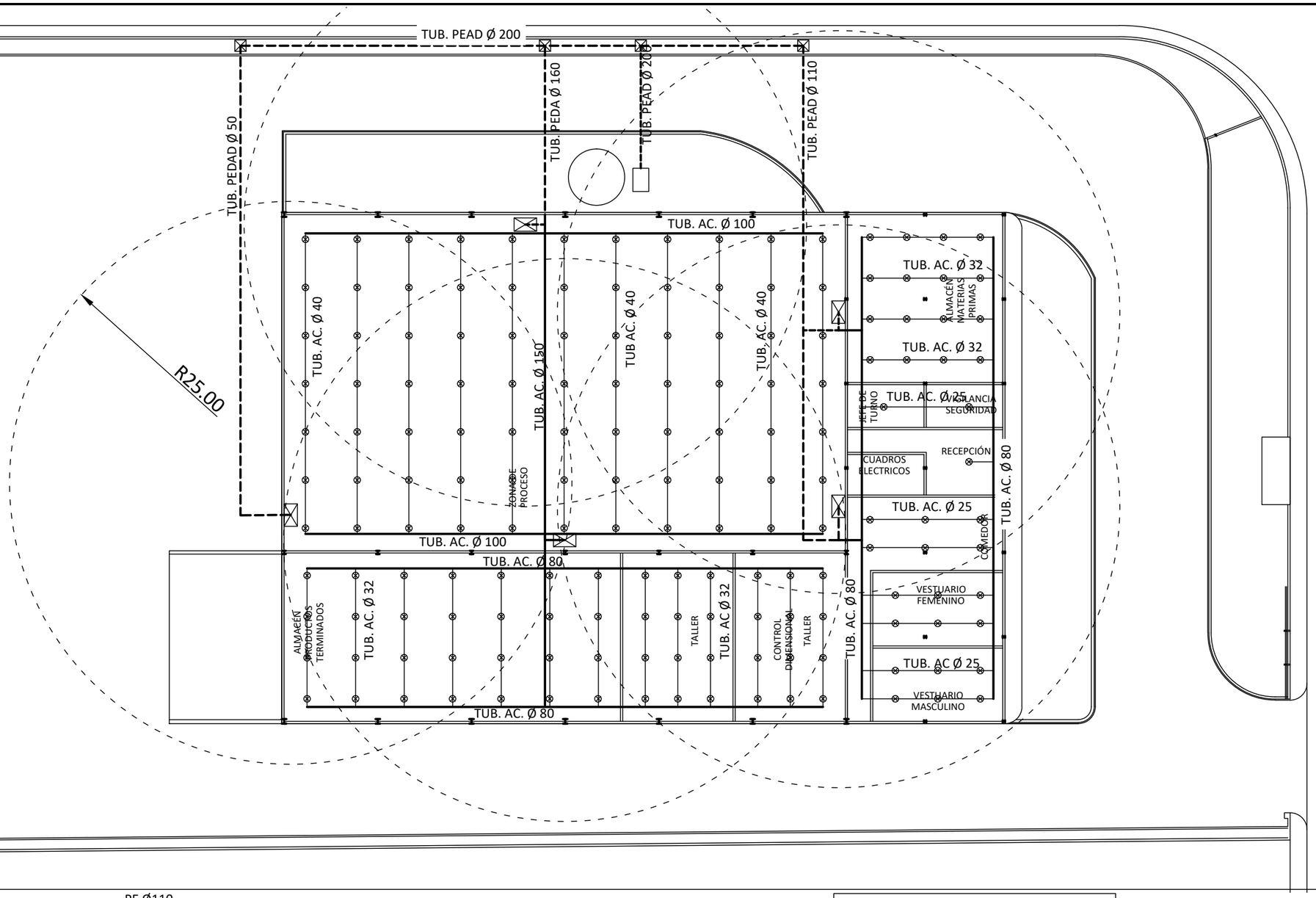
FECHA: ABRIL 2019

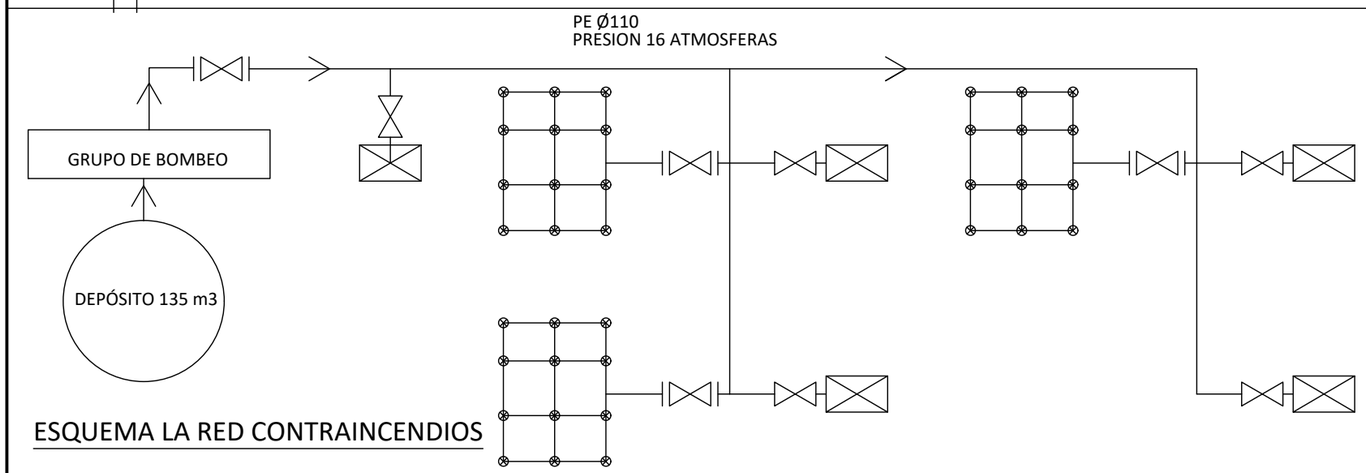
ESCALA: 1:200

ARCHIVO:

TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN TRANSPORTE NEUMÁTICO

Nº DE PLANO: 6



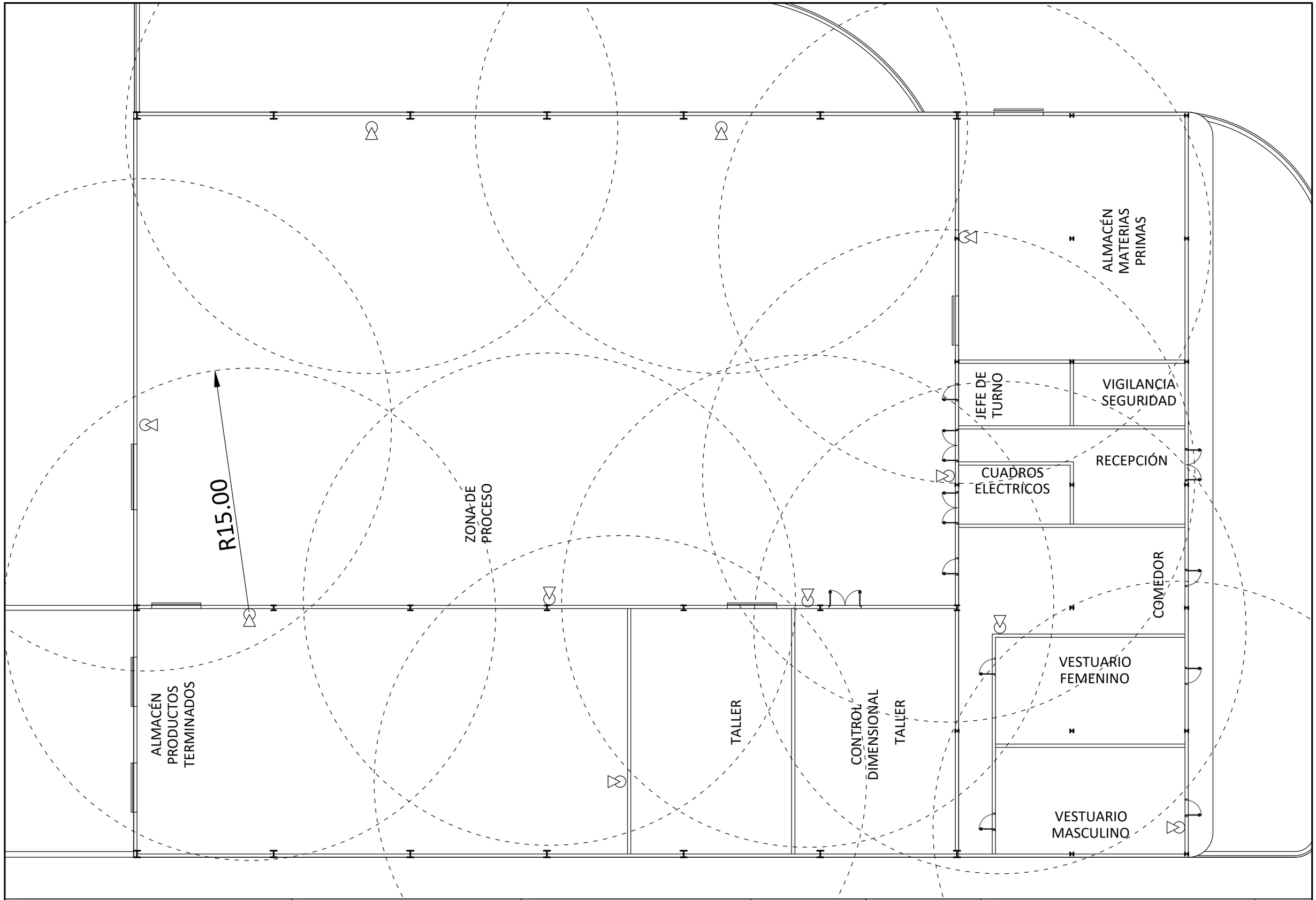




ESQUEMA LA RED CONTRAINCENDIOS

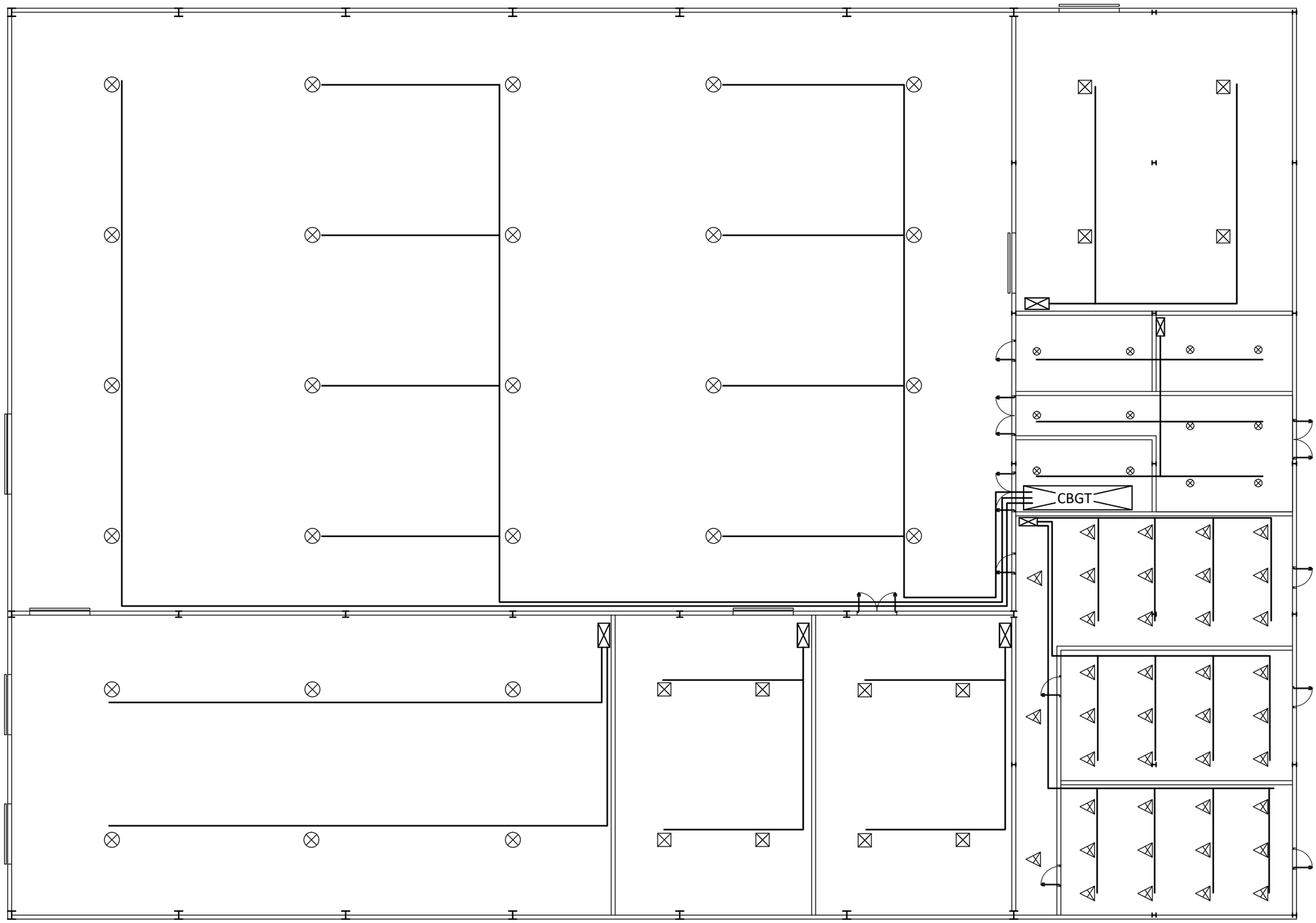
## LEYENDA

- P ARQUETA DE PASO 50x50 cm.
- CANALIZACION ENTERRADA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
- VALVULA DE CORTE
- VALVULA ENTRE BRIDAS
- EXTINTOR DE POLVO ABC
- BIE
- ROCIADOR

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:400<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS<br>BIES Y ROCIADORES | Nº DE PLANO:<br>7 |

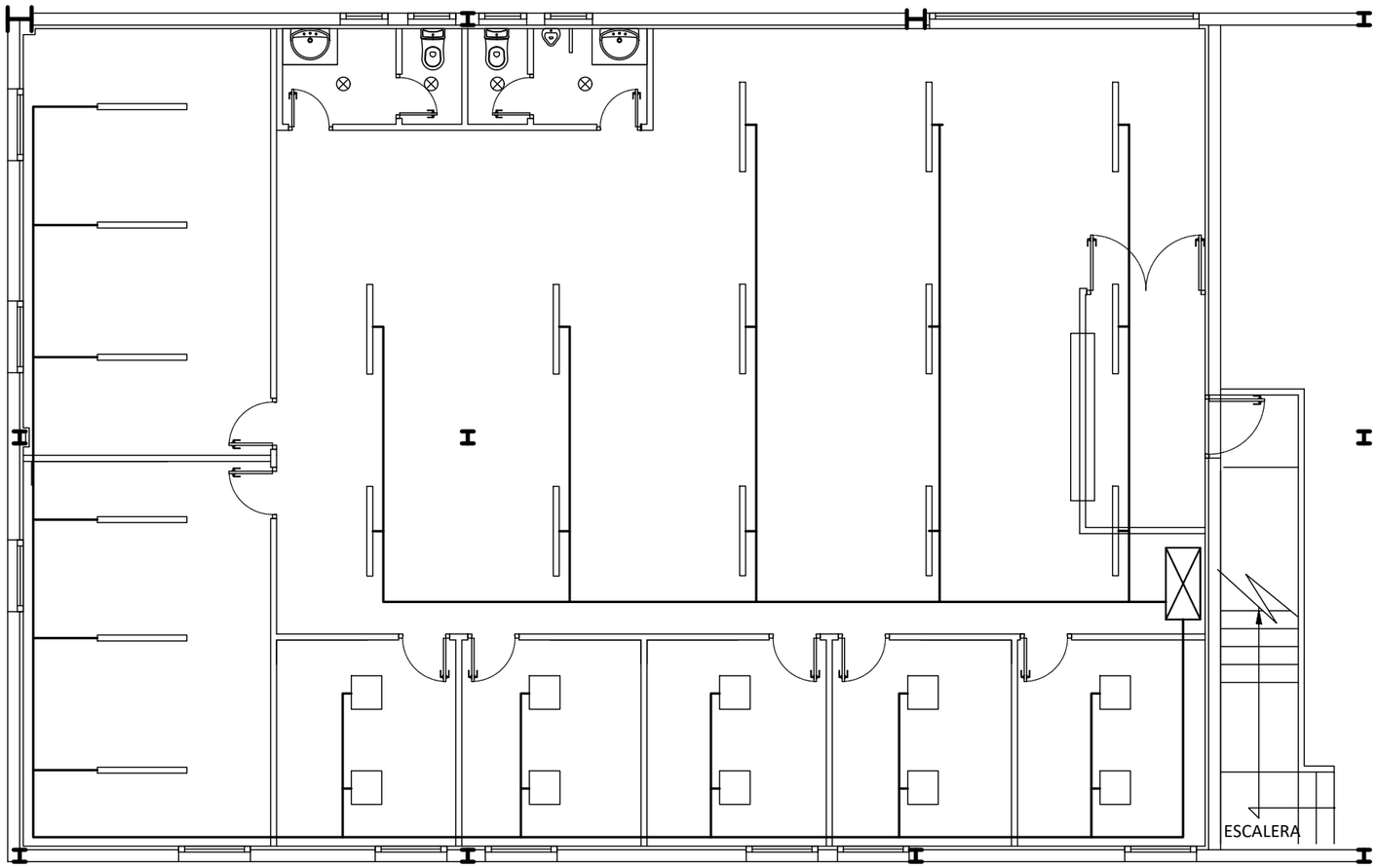



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:200<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS<br>UBICACIÓN EXTINTORES | Nº DE PLANO:<br>8 |



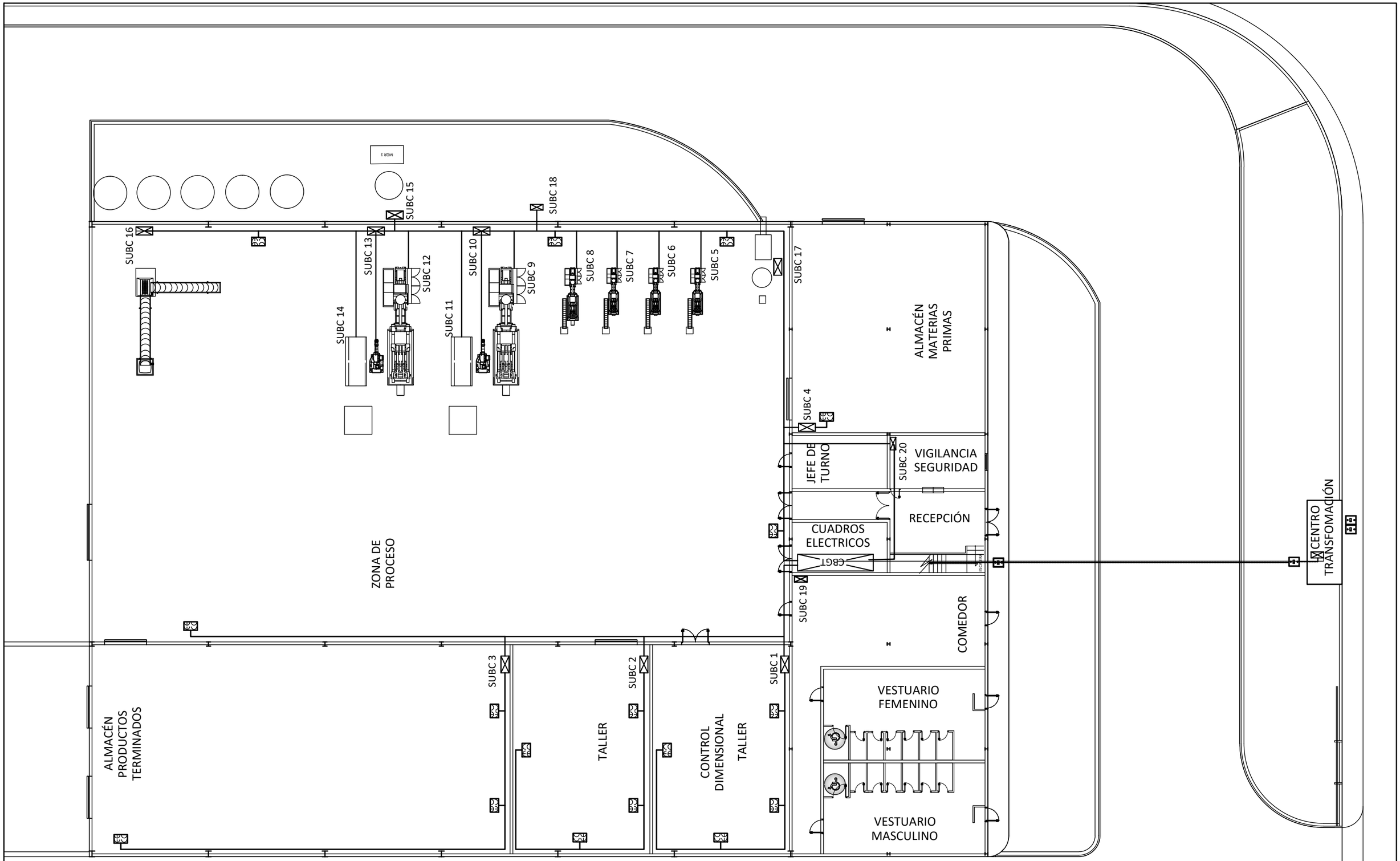

| | |
|---|---|
| ⊗ | Luminaria industrial colgada con lámpara de HPMV de 1000 W, 64.000 lm. |
| ⊠ | Luminaria industrial colgada con lámpara de HPS de 400 W, 47.000 lm. |
| △ | Luminaria empotrada en techo lampara TC de 42 W y 3.200 lm. |
| ⊗ | Luminaria empotrada en techo lampara TL5 de 13 W y 4600 lm. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:200<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ILUMINACIÓN NAVE Y ZONA SERVICIOS | Nº DE PLANO:<br>9 |




| | |
|---|---|
| ▯ | Luminaria empotrada en techo lampara TL5 de 73 W y 6.550 lm. |
| □ | Luminaria empotrada en techo lampara TL5 de 13 W y 4.600 lm. |
| ⊗ | Luminaria empotrada en techo lampara TC de 42 W y 3.200 lm. |

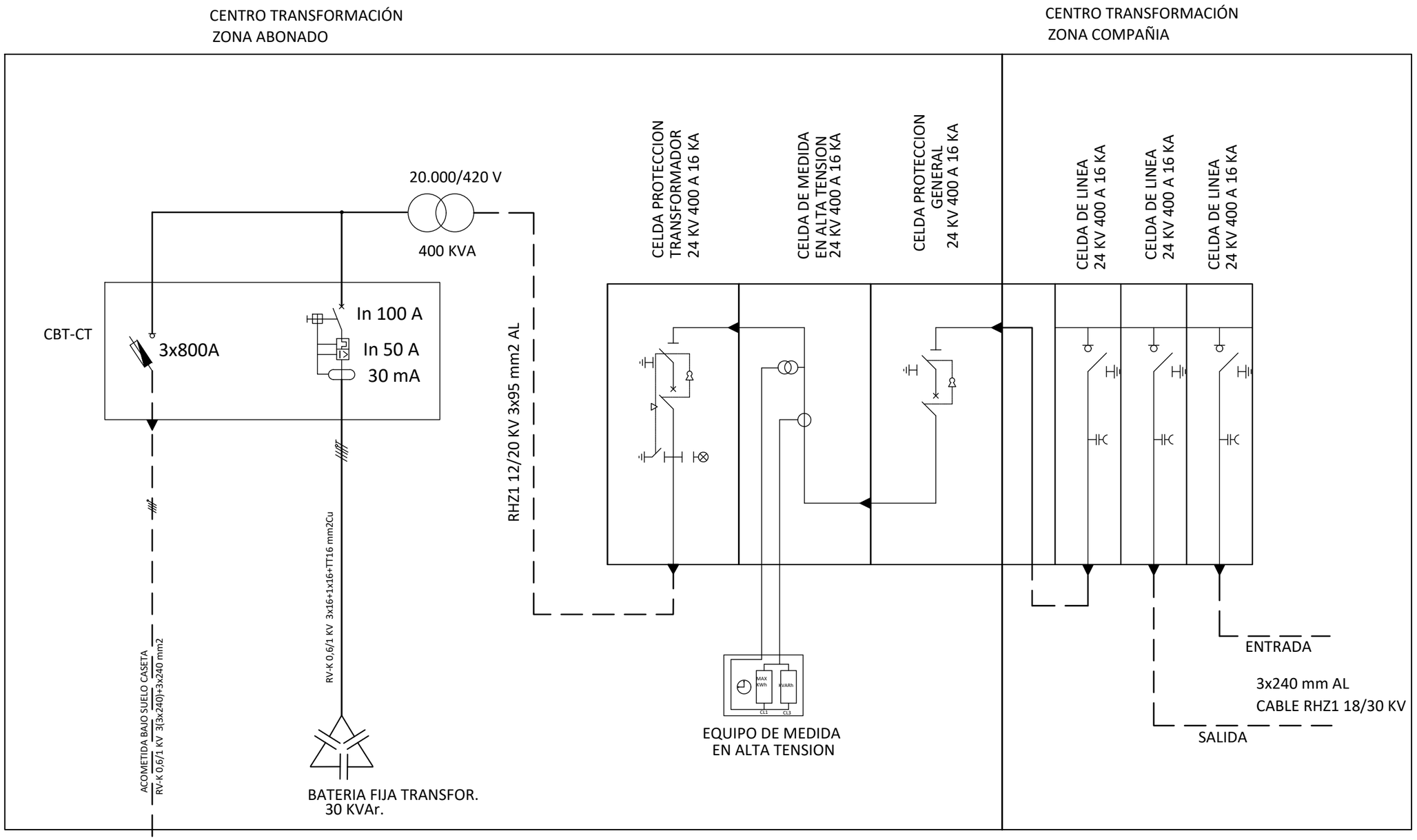
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:100<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ILUMINACIÓN OFICINAS | Nº DE PLANO:<br>10 |



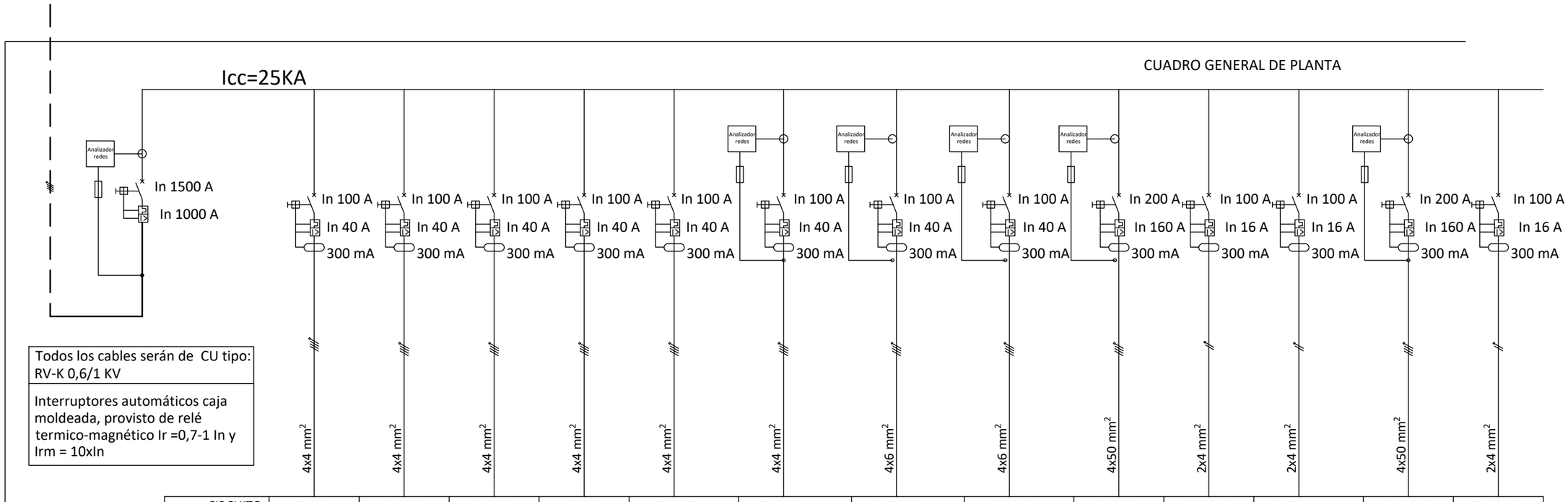

SUBUCADRO ELÉCTRICO DE BT

TOMA CORRIENTE INDUSTRIAL 2 ud 3F+TT, 2 ud F+N+TT

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:250<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA A SUBCUADROS | Nº DE PLANO:<br>11 |



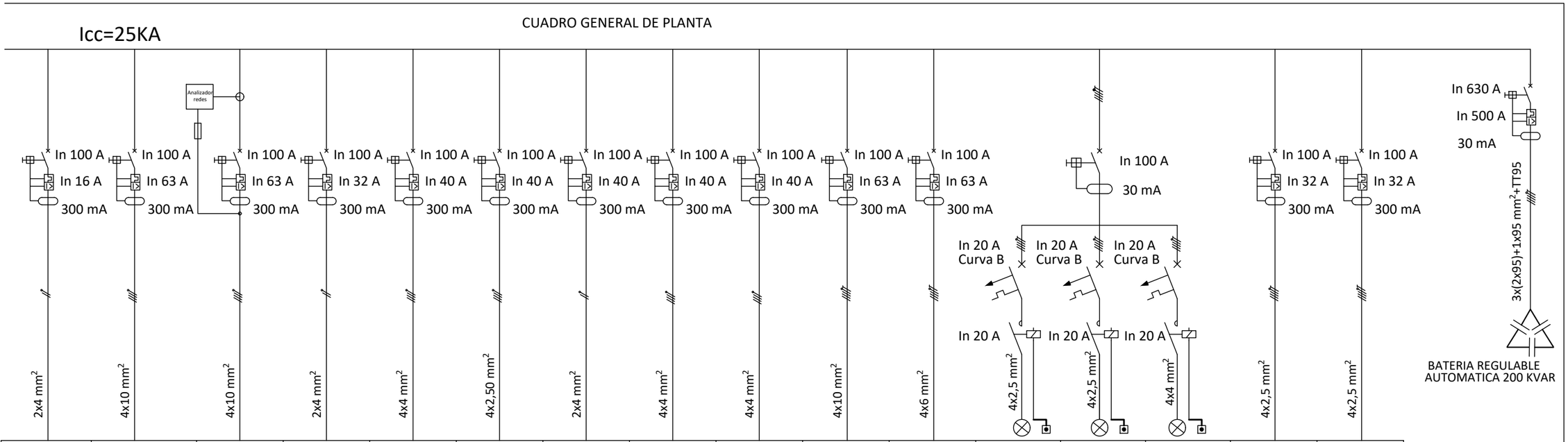

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: S.E.<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESQUEMA CENTRO TRANSFORMACIÓN | Nº DE PLANO:<br>12 |




Todos los cables serán de CU tipo: RV-K 0,6/1 KV

Interruptores automáticos caja moldeada, provisto de relé termico-magnético Ir =0,7-1 In y Irm = 10xIn

| CIRCUITO: | SUBC 1 | SUBC 2 | SUBC 3 | SUBC 4 | SUBC 5 | SUBC 6 | SUBC 7 | SUBC 8 | SUBC 9 | SUBC 10 | SUBC 11 | SUBC 12 | SUBC 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INTENSIDAD (A): | 23,45 | 23,45 | 31,10 | 23,45 | 24,81 | 24,81 | 24,81 | 39,02 | 135,32 | 3,26 | 8,70 | 135,32 | 3,26 |
| USO: | CONTROL DIMENSIONAL | TALLER | ALMACEN TERMINADOS | ALMACEN M.P. | INYECT. 1 | INYECT. 2 | INYECT. 3 | INYECT. 4 | INYECT. 5 | BRAZO ROB. 1 | MESA CONT. DIMENSION. 1 | INYECT. 6 | BRAZO ROB. 2 |




| SUBC 14 | SUBC 15 | SUBC 16 | SUBC 17 | SUBC 18 | SUBC 19 | SUBC 20 | SUBC 21 | SUBC 22 | TC1 | TC2 | CIN 1 | CIN 2 | CIN 3 | CLI 1 | CLI 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,70 | 34,28 | 40,59 | 20,38 | 8,70 | 21,83 | 19,02 | 27,06 | 22.55 | 18,94 | 18,94 | 15,01 | 15,01 | 7,51 | 7,89 | 7,89 |
| MESA CONT. DIMENSION. 2 | AGUA REFRIGERAC. | TRITURACIÓN | AIRE COMPRIMIDO | CONTRA INCENDIOS | COMEDOR | ZONA RECEPCIÓN | TRANSP. NEUMÁTICO | OFICINAS | TOMAS CORRIENTES | TOMAS CORRIENTES | ILUMINACIÓN NAVE | ILUMINACIÓN NAVE | ILUMINACIÓN NAVE | CLIMATIZACIÓN OFICINA | CLIMATIZACIÓN VEST. Y COM. |

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

TÉCNICO REDACTOR:
Victoria Rodríguez Fontiveros
Ingeniero Industrial

TÍTULO DEL PROYECTO:
*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*
*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)*

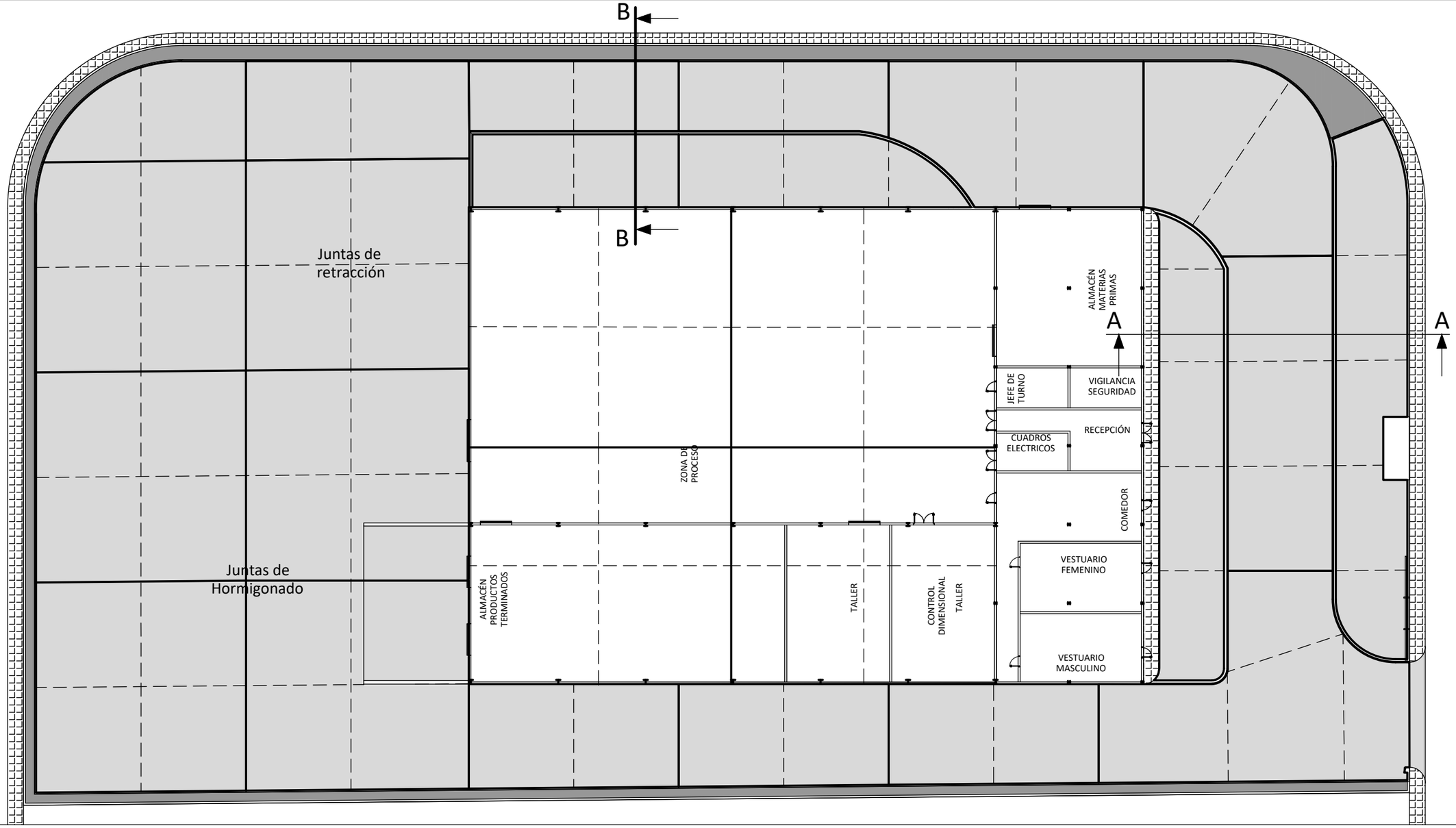
FECHA: ABRIL 2019

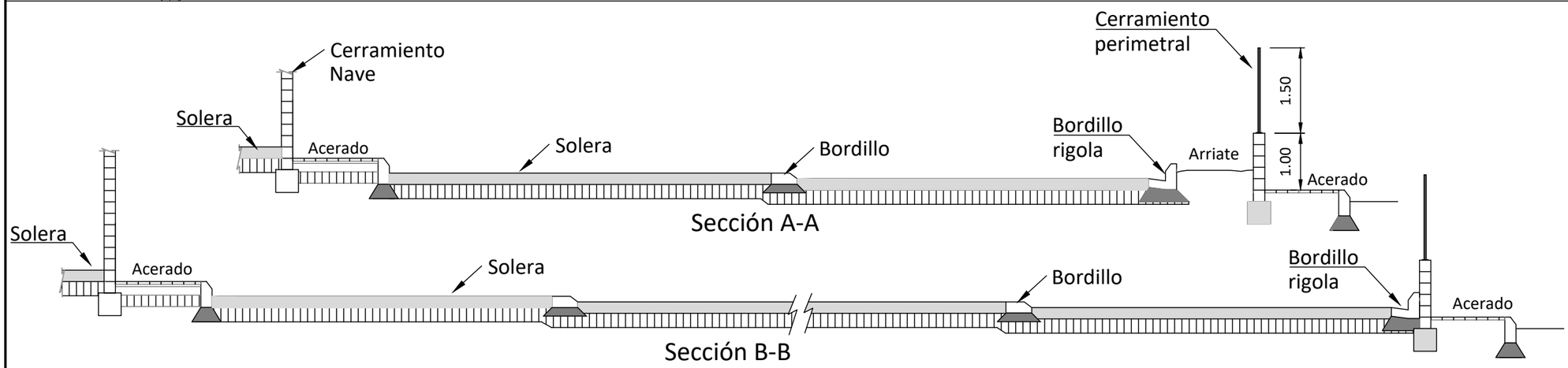
ESCALA: S.E.

ARCHIVO:

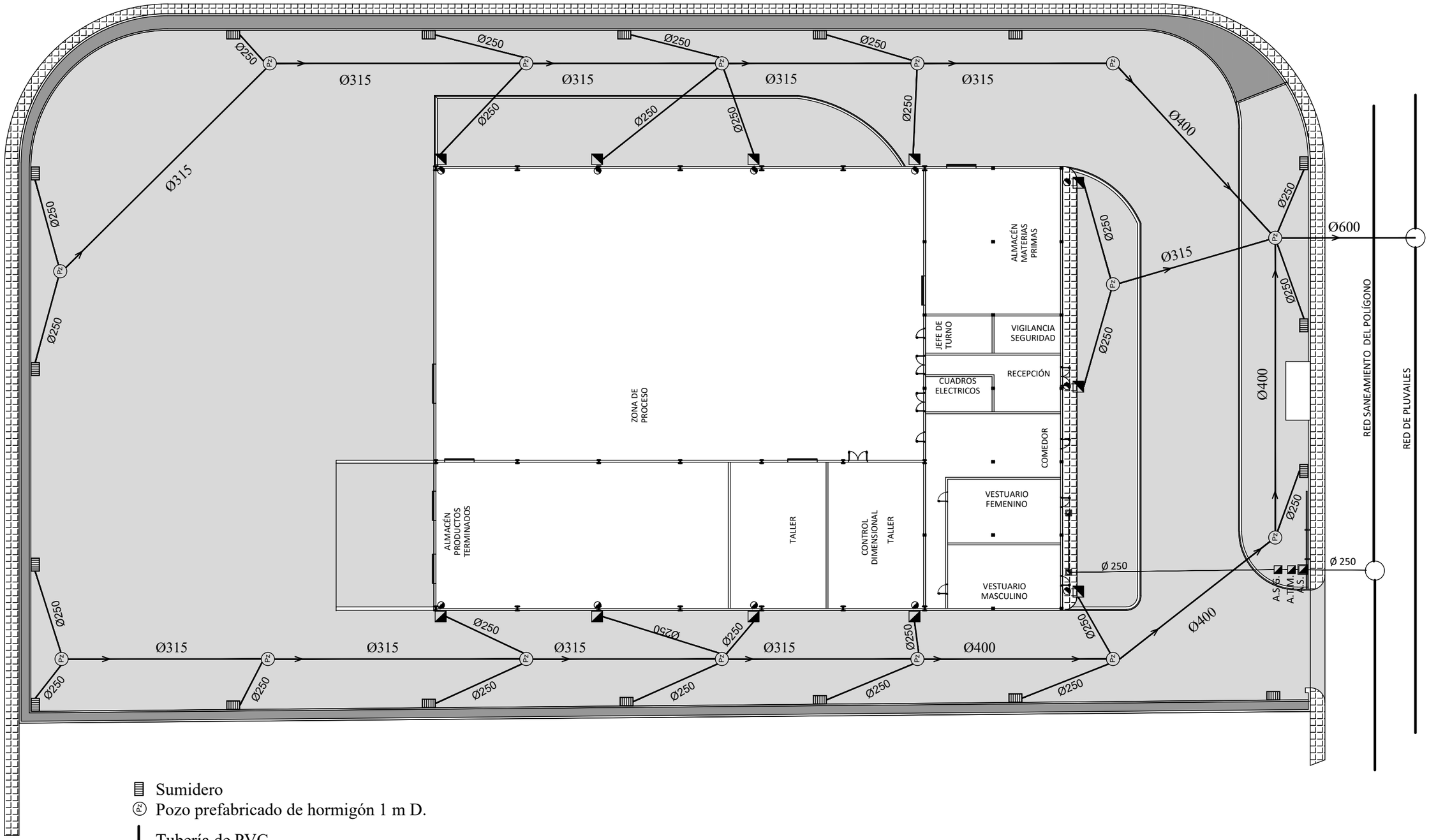
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Nº DE PLANO: 13




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:400<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>PAVIMENTO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL | Nº DE PLANO:<br>14 |




Sumidero

Pozo prefabricado de hormigón 1 m D.

Tubería de PVC

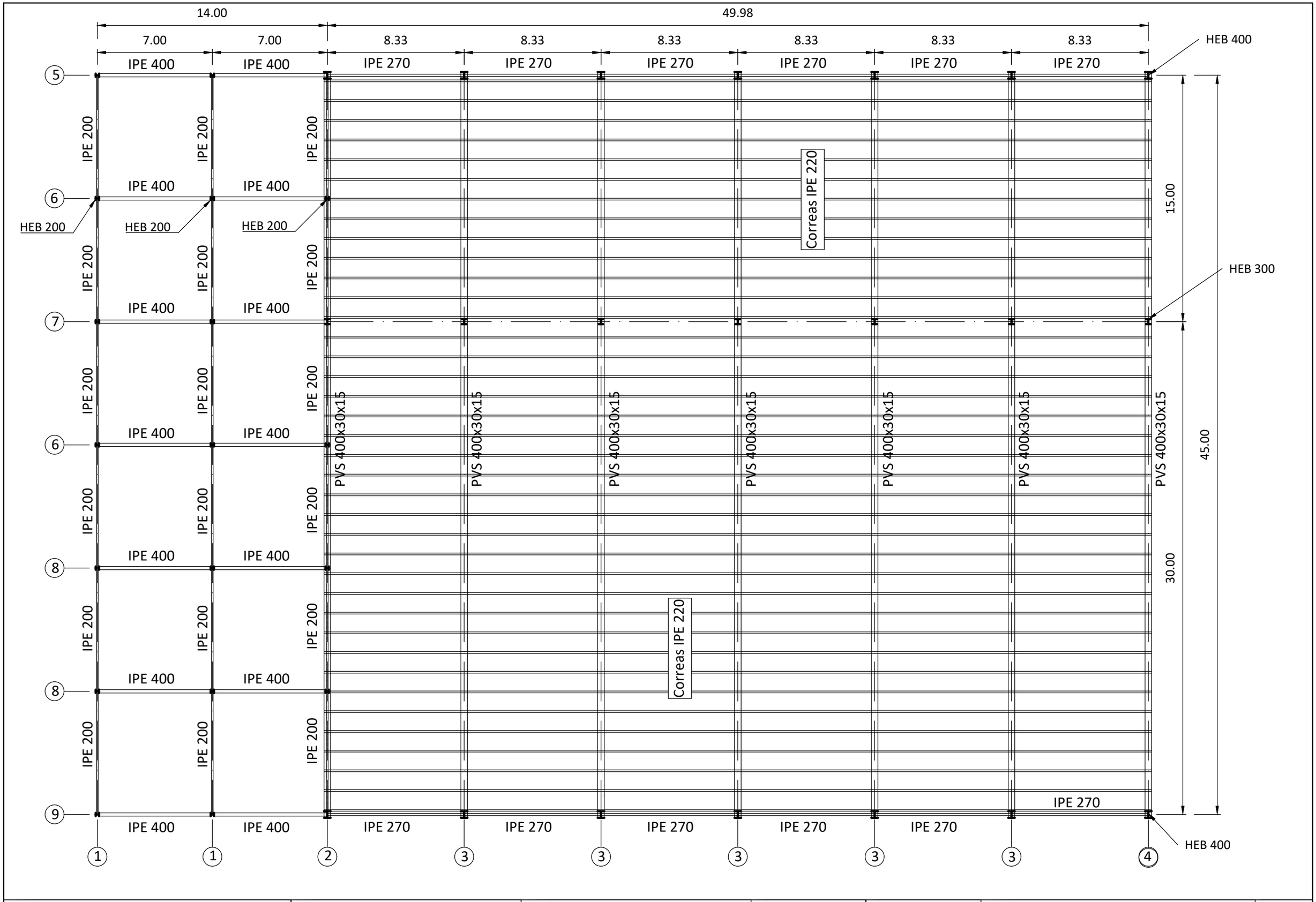
Bajante y arqueta a pie de bajante

A.S.G. Arqueta separadora de grasas

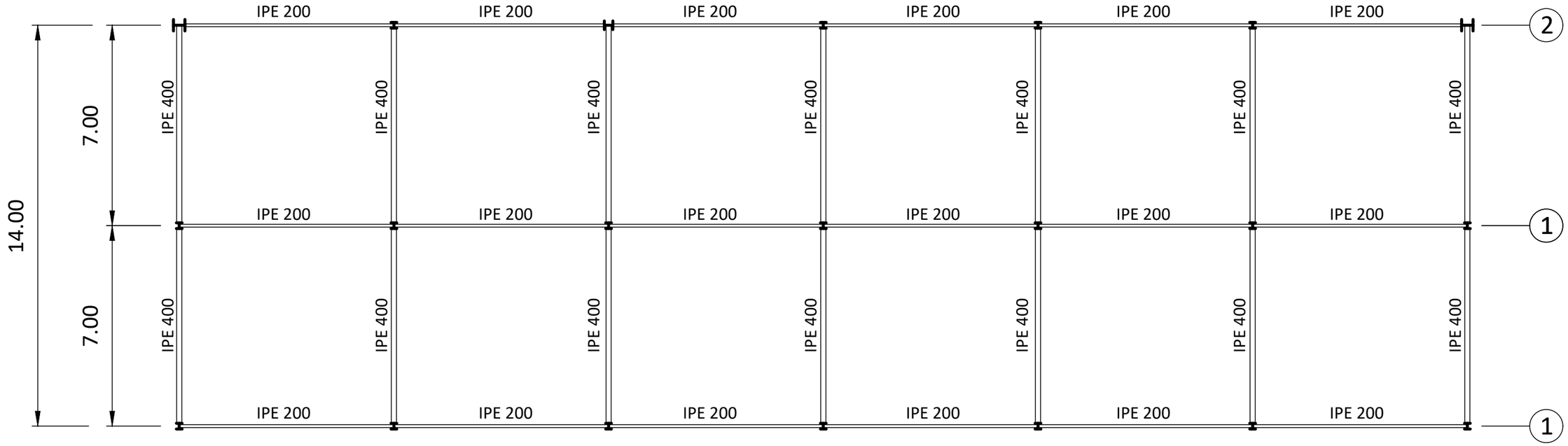
A.S. Arqueta sifónica

A.T.M. Arqueta toma de muestras

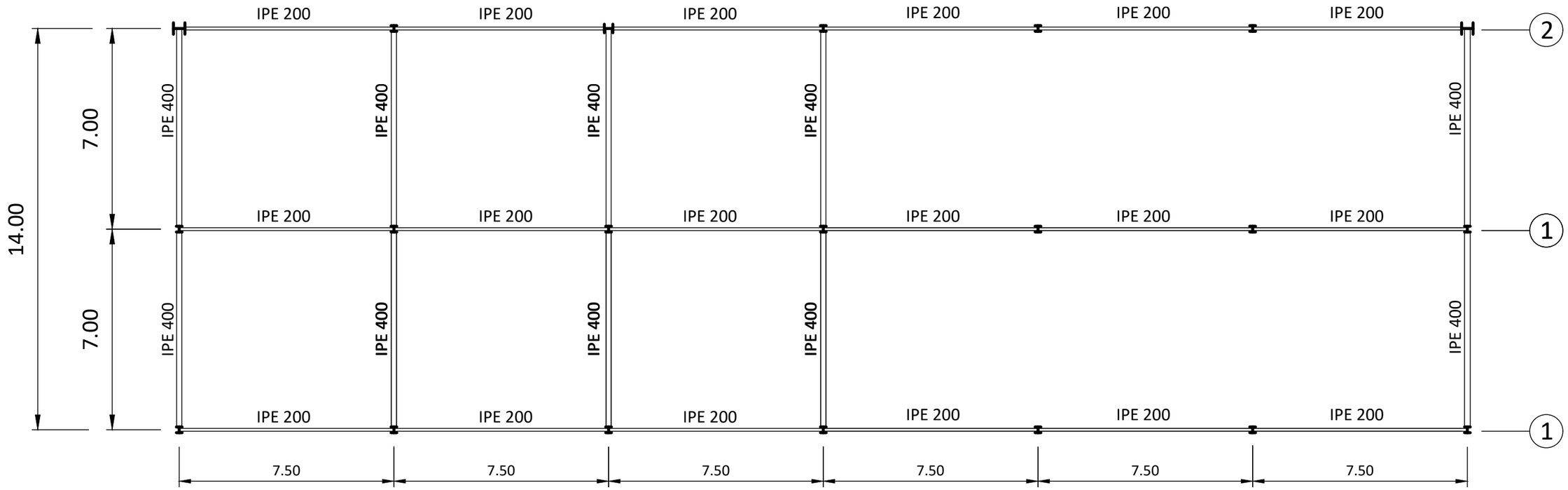
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:400<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>RECOGIDA<br>PLUVIALES-SANEAMIENTO | Nº DE PLANO:<br>15 |




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:200<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA - PLANTA | Nº DE PLANO:<br>16 |

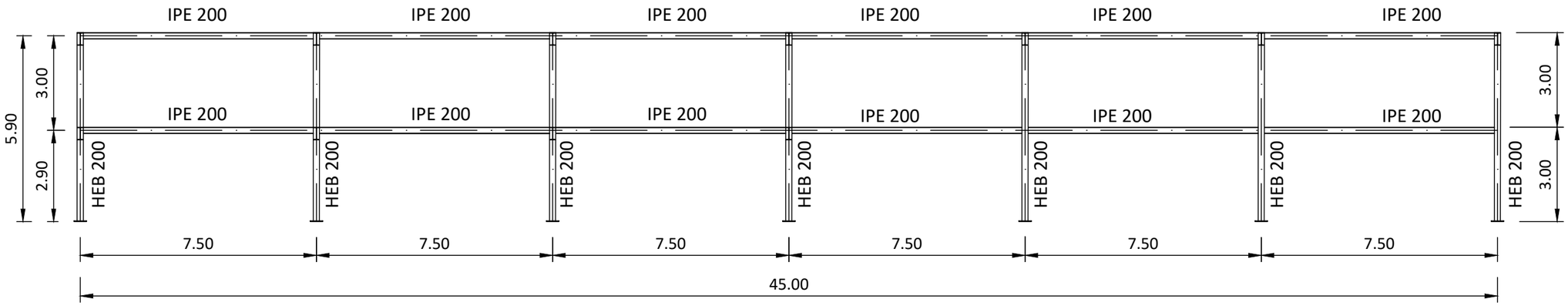



PLANTA 2ª
2º FORJADO

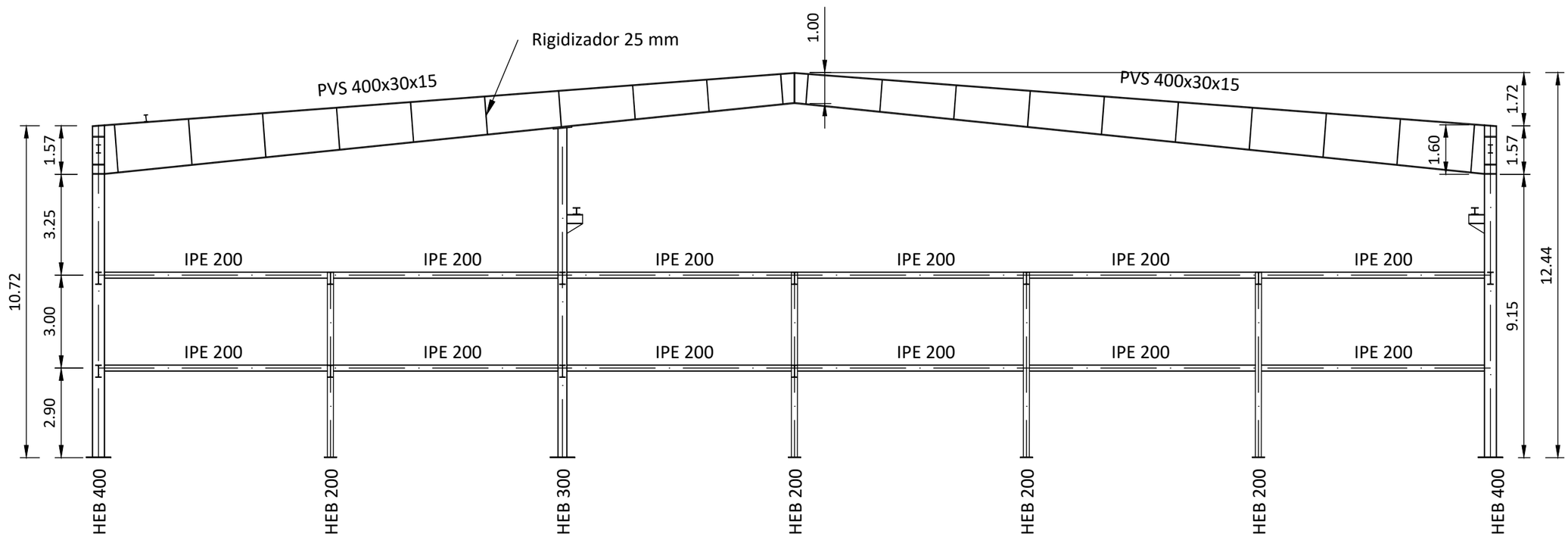



PLANTA 1ª
1º FORJADO

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:150<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA<br>PLANTA ZONA SERVICIO | Nº DE PLANO:<br>17 |

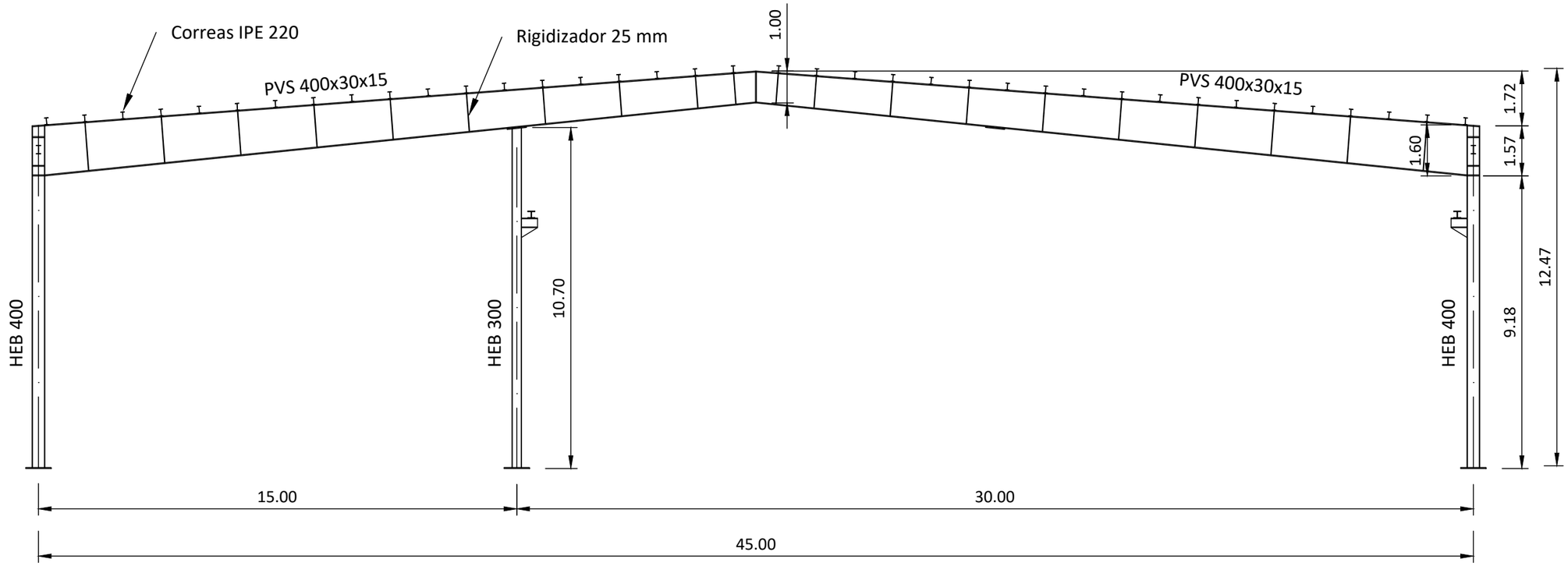



# PÓRTICOS 1

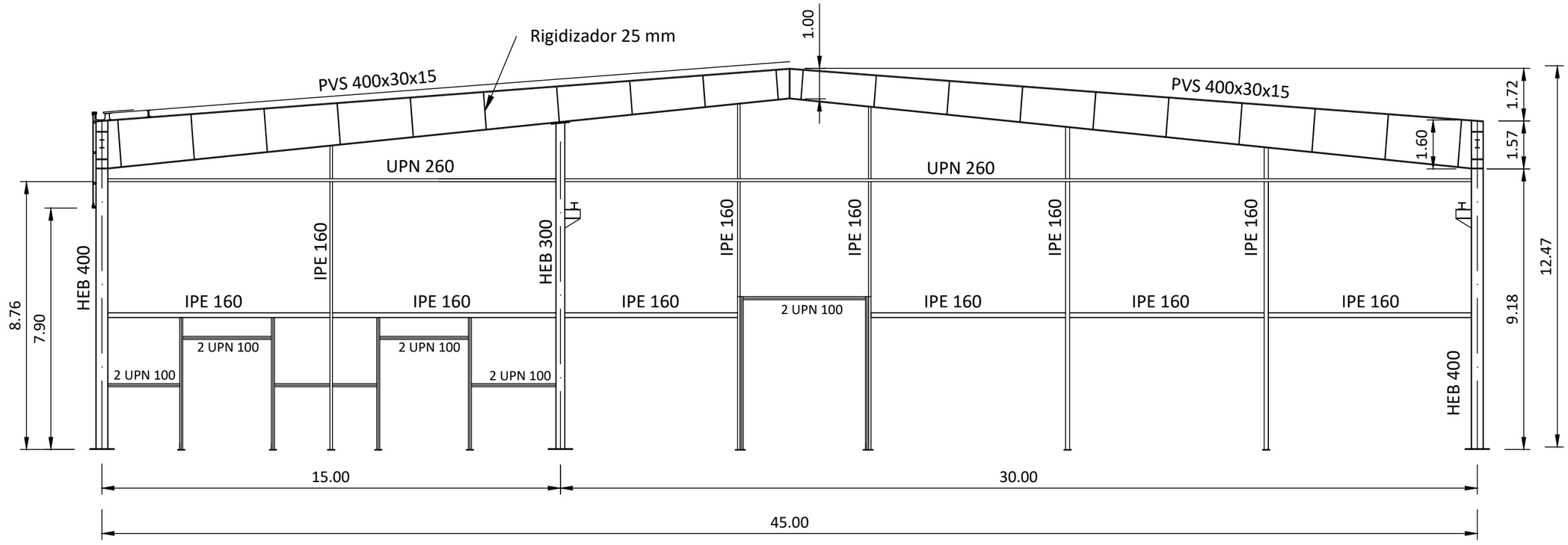



# PÓRTICOS 2

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:150<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA-PÓRTICOS 1 Y 2 | Nº DE PLANO:<br>18 |

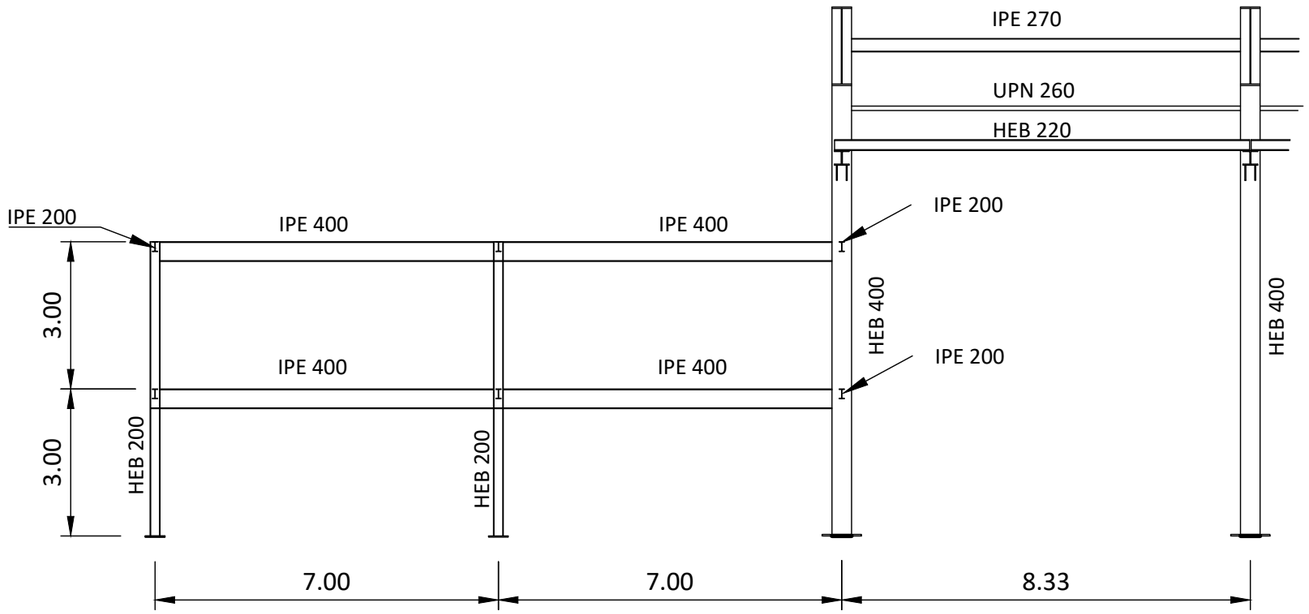



# PÓRTICOS 3

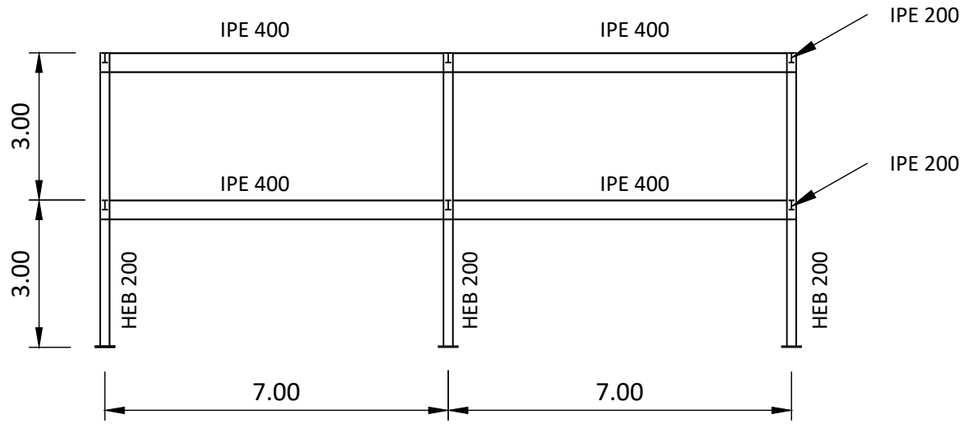



# PÓRTICO 4

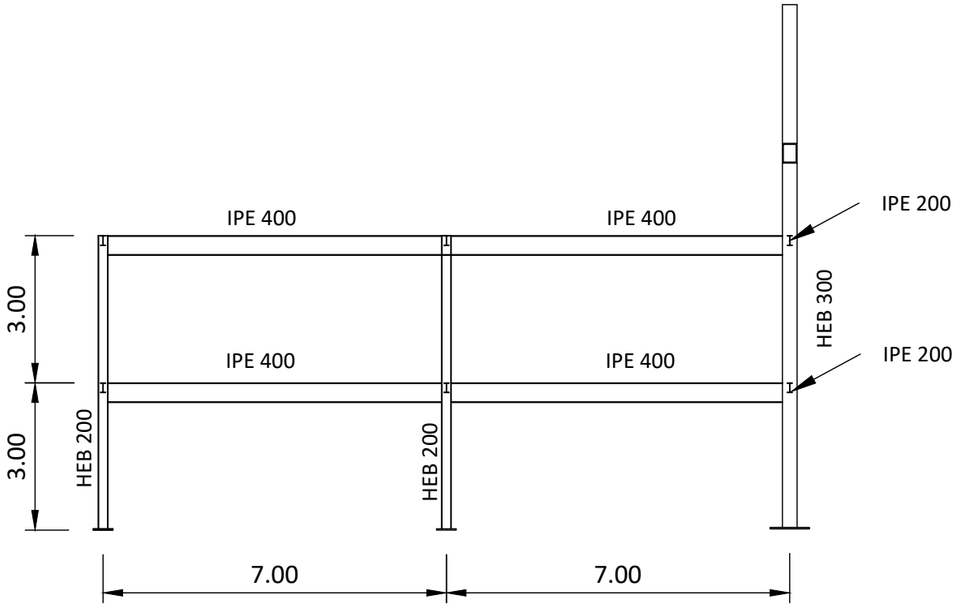
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:150<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA-PÓRTICOS 3 Y 4 | Nº DE PLANO:<br>19 |



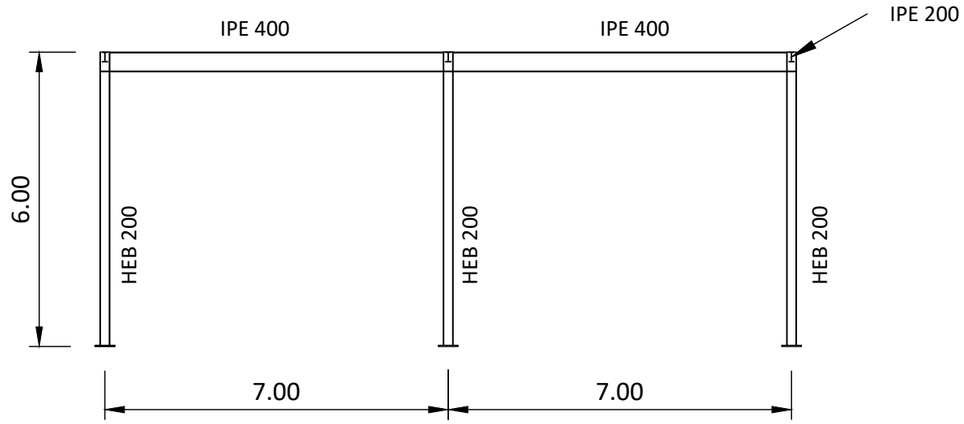

PÓRTICOS 5




PÓRTICO 6

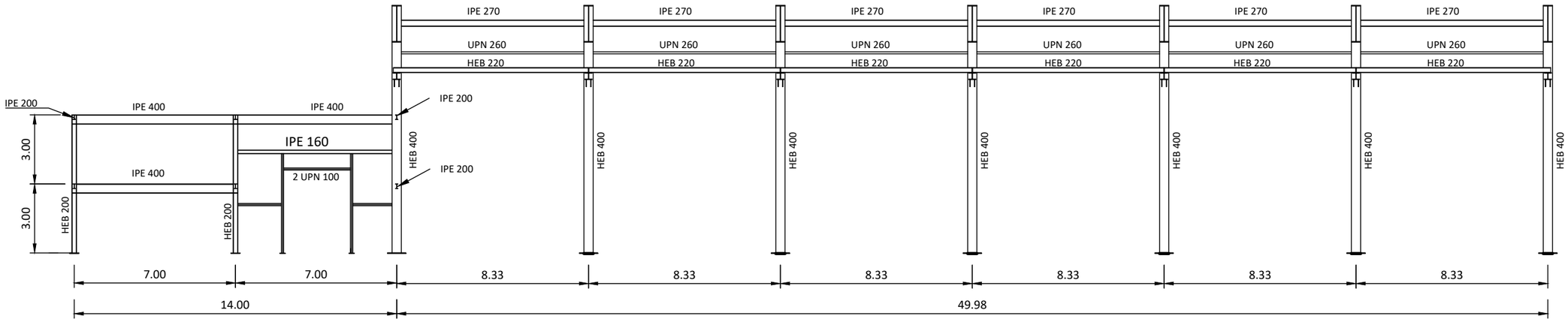



PÓRTICO 7

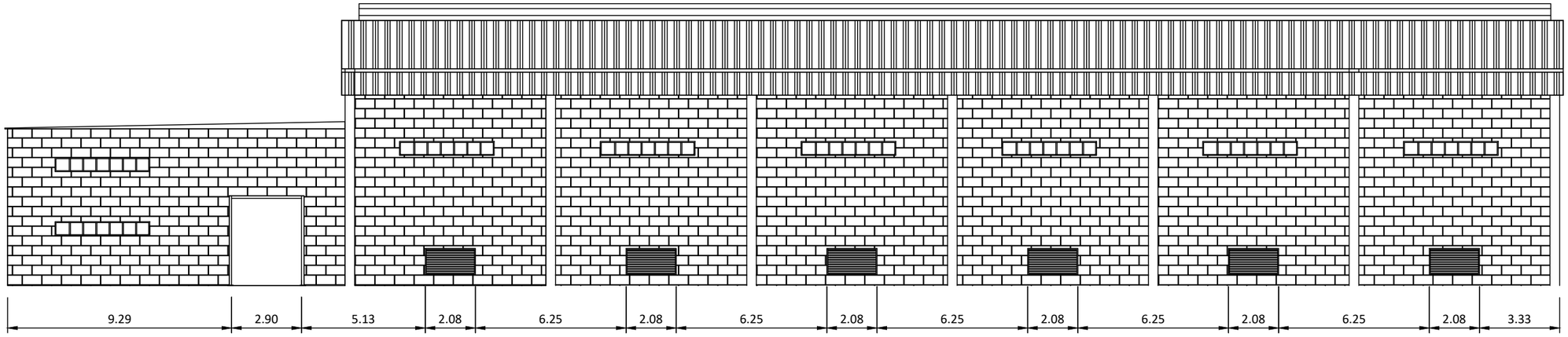



PÓRTICO 8

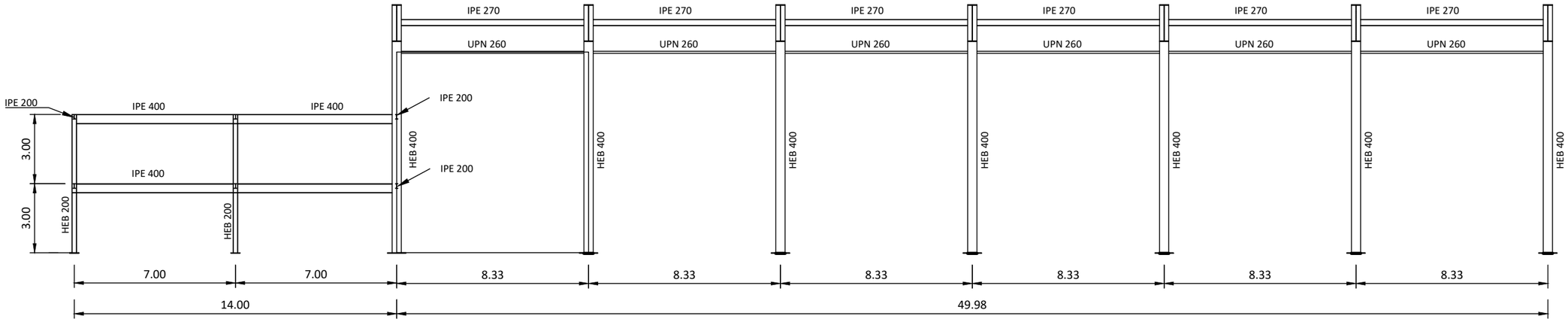
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:125<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA-PÓRTICOS 5, 6, 7 Y8 | Nº DE PLANO:<br>20 |



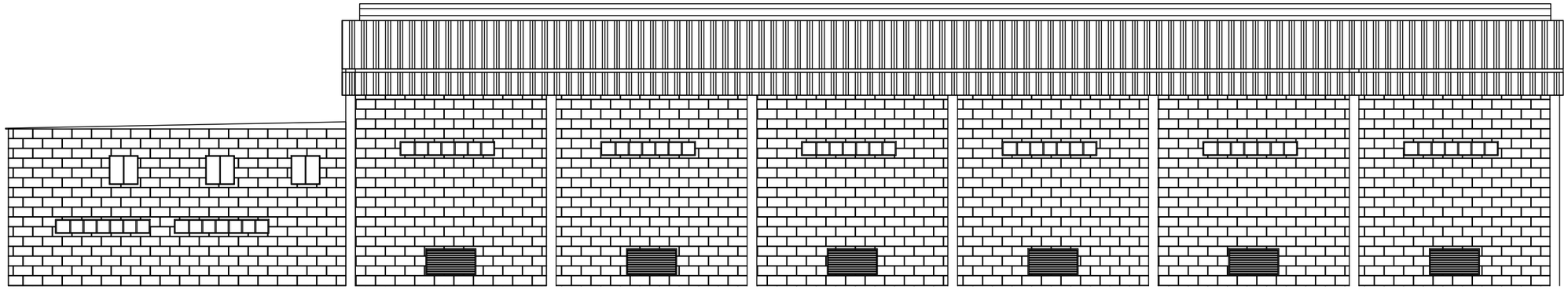

# PÓRTICO 9



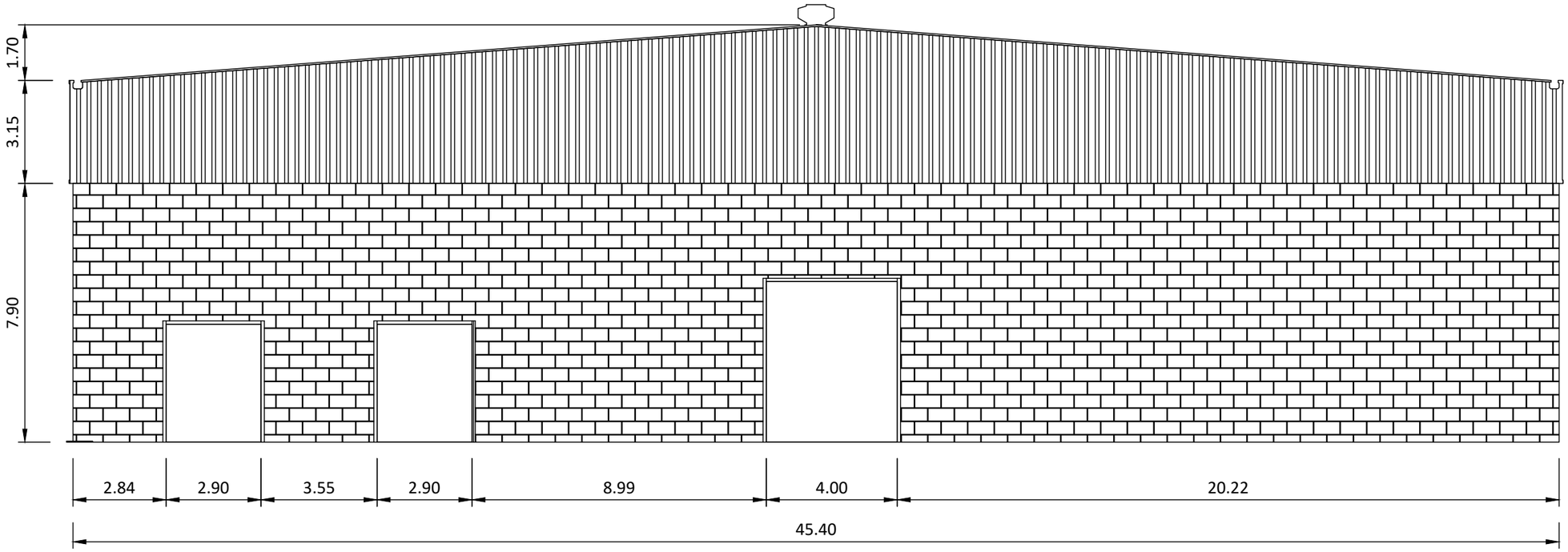

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:200<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA-PÓRTICO 9<br>FACHADA LATERAL | Nº DE PLANO:<br>21 |



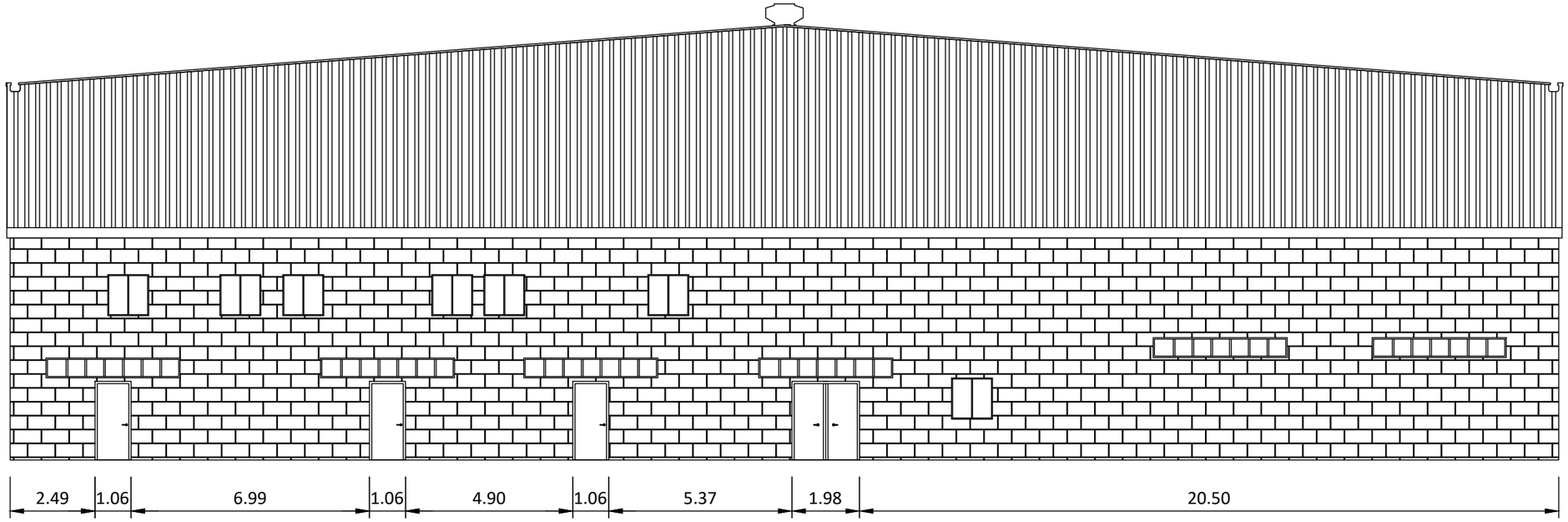

PÓRTICO 5



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA: 1:200<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>ESTRUCTURA-PÓRTICO 5<br>FACHADA LATERAL | Nº DE PLANO:<br>22 |

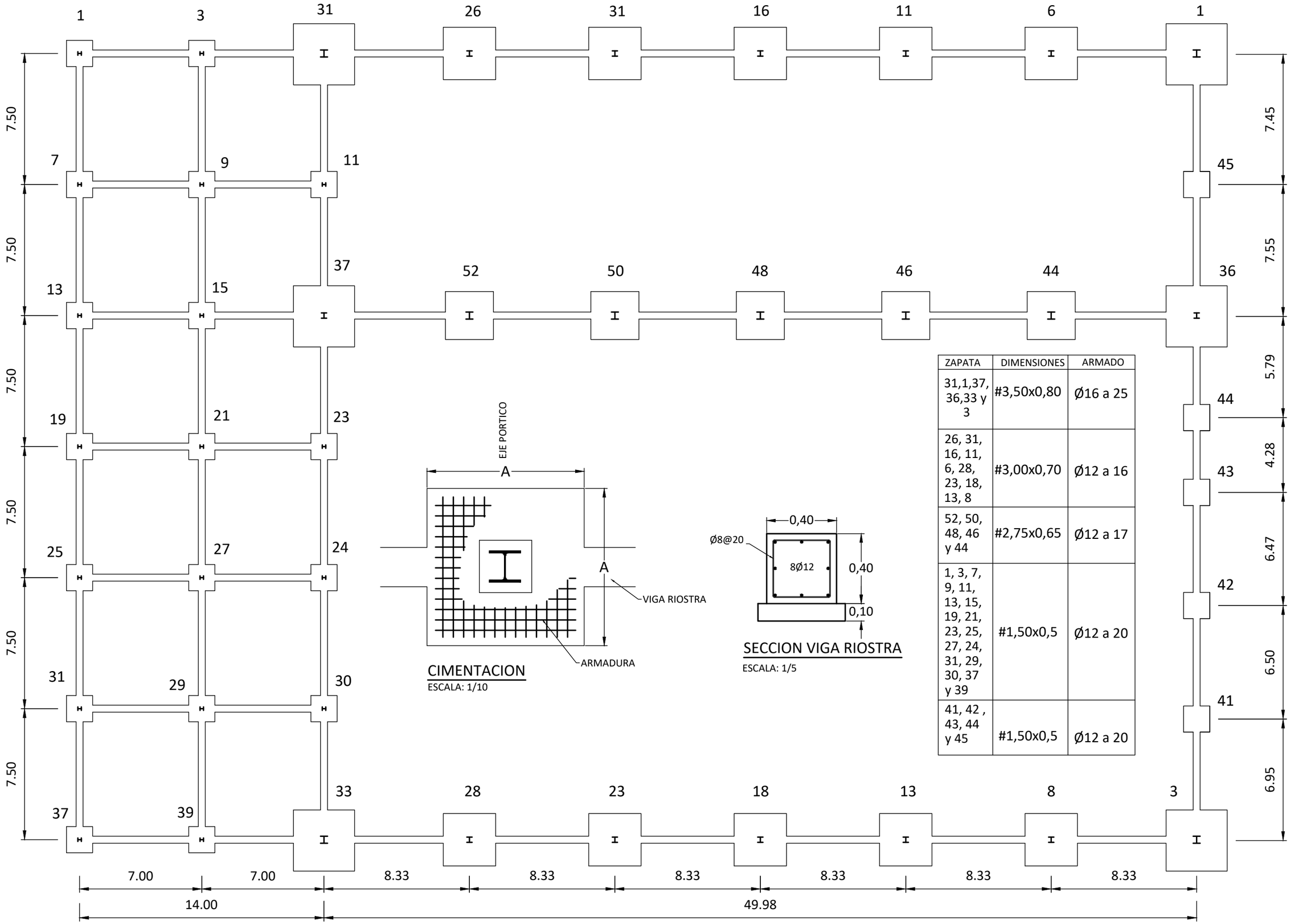



FACHADA POSTERIOR




FACHADA DELANTERA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería<br>Escuela Técnica Superior de Ingeniería<br>Universidad de Sevilla | TÉCNICO REDACTOR:<br>Victoria Rodríguez Fontiveros<br>Ingeniero Industrial | TÍTULO DEL PROYECTO:<br>*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*<br>*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)* | FECHA:<br>ABRIL 2019 | ESCALA:<br>1:150<br>ARCHIVO: | TÍTULO DEL PLANO:<br>FACHADAS FRONTALES | Nº DE PLANO:<br>23 |




| ZAPATA | DIMENSIONES | ARMADO |
|---|---|---|
| 31,1,37, 36,33 y 3 | #3,50x0,80 | Ø16 a 25 |
| 26, 31, 16, 11, 6, 28, 23, 18, 13, 8 | #3,00x0,70 | Ø12 a 16 |
| 52, 50, 48, 46 y 44 | #2,75x0,65 | Ø12 a 17 |
| 1, 3, 7, 9, 11, 13, 15, 19, 21, 23, 25, 27, 24, 31, 29, 30, 37 y 39 | #1,50x0,5 | Ø12 a 20 |
| 41, 42 , 43, 44 y 45 | #1,50x0,5 | Ø12 a 20 |

Dpto. Ing. De la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

TÉCNICO REDACTOR:
Victoria Rodríguez Fontiveros
Ingeniero Industrial

TÍTULO DEL PROYECTO:
*PLANTA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.*
*POLÍGONO EL GUADIEL. GUARROMÁN (JAÉN)*

FECHA: ABRIL 2019

ESCALA: 1:200

ARCHIVO:

TÍTULO DEL PLANO:
CIMENTACIÓN ESTRUCTURA

Nº DE PLANO: 24